

УДК 612.2

**ПАРАМЕТРЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ,
СОПРЯЖЕННЫЕ С ВЫСОКОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ
РАБОТОСПОСОБНОСТЬЮ У СПОРТСМЕНОВ ЦИКЛИЧЕСКИХ
ВИДОВ СПОРТА**

Балберова О.В., Быков Е.В., Чипышев А.В., Сидоркина Е.Г.
ФГБОУ ВО Уральский государственный университет физической культуры,
г. Челябинск, Россия

Ключевые слова: функциональная подготовленность, физическая работоспособность, спортсмен, циклические виды спорта.

Аннотация. В динамике наблюдений установлен вклад разных факторов в обеспечении физической работоспособности в зависимости от этапа тренировки, квалификации и специфики вида спорта. Полученные результаты показали, что с увеличением интенсивности тренировочных занятий усиливаются взаимосвязи, характеризующие энергетическую составляющую, с параметрами производительности работы левого желудочка. Вне зависимости от квалификации спортсмена важным по значимости является фактор максимальной мощности выполненной нагрузки. Специфика вида спорта также накладывает отпечаток на обусловленность тех или иных параметров функциональной подготовленности, в том числе, энергетический.

**PARAMETERS OF FUNCTIONAL FITNESS ASSOCIATED WITH HIGH
PHYSICAL PERFORMANCE IN ATHLETES CYCLICAL SPORTS**

Balberova O.V., Bykov E.V., Sidorkina E.G., Chipyshev A.V.
The Ural State University of Physical Culture, Chelybinsk, Russia

Keywords: functional fitness, physical performance, athletes, cyclical sports.

Annotation. In the dynamics of observations, the contribution of various factors to ensuring physical performance is established, depending on the stage of training, qualification, and specifics of the sport. The results obtained showed that with an increase in the intensity of training sessions, the relationships that characterize the energy component with the parameters of left ventricular performance increase. Regardless of the qualification of the athlete, the factor of maximum power of the performed load is important. The specificity of the sport also

affects the conditionality of certain parameters of functional fitness, including energy.

Введение.

Высокий уровень функциональной подготовленности является основой для роста спортивного мастерства, предпосылкой высокой специальной физической работоспособности, потенциальной способности организма эффективно приспосабливаться к предъявляемым соревновательным и тренировочным нагрузкам [1, 6]. Соотношение, доля вклада, роль тех или иных процессов в обеспечении работоспособности спортсмена будет определяться спецификой вида спорта, что позволяет говорить о «функциональной специализации». Кроме того, функциональные возможности будут определяться такими параметрами, как «функциональные резервы» и способность их реализовывать – «функциональная мобилизация» [10]. Функциональная подготовленность спортсменов – это относительно установившееся состояние организма, интегрально определяемое уровнем развития ключевых для данного вида спортивной деятельности функций [11] и их специализированных свойств, которые прямо или косвенно обуславливают эффективность соревновательной деятельности [3, 4].

Основной задачей функциональной подготовки в спорте является расширение границ функциональной адаптации. Решение проблемы формирования высокого уровня функциональных возможностей организма спортсменов невозможно без чёткого представления о структуре функциональной подготовленности. Предложена четырехкомпонентная структура функциональной подготовленности спортсменов, которая включала в себя: 1) психический компонент (восприятие, внимание, оперативный анализ ситуации, прогнозирование, выбор и принятие решения, быстрота и точность реакции, скорость переработки информации, другие функции высшей нервной деятельности); 2) нейродинамический компонент (возбудимость, подвижность и устойчивость, напряженность и стабильность вегетативной регуляции); 3) энергетический компонент (аэробная и анаэробная производительность организма); 4) двигательный компонент (сила, скорость, гибкость и координационные способности (ловкость) [8].

Совершенство физиологических механизмов, лежащих в основе функциональных возможностей, в большей мере зависит от их функциональных свойств – мощности, мобилизации, экономичности, устойчивости и специализации, выступающих как качественные характеристики функционирования физиологических систем. Именно они в наибольшей мере обуславливают высокий уровень физической

работоспособности, который выступает в качестве интегрального показателя функциональной подготовленности [7].

Цель исследования: выявить вклад различных факторов, лежащих в основе обеспечения физической работоспособности у спортсменов циклических видов спорта.

Методы и организация исследования.

На базе НИИ Олимпийского спорта Уральского государственного университета физической культуры ежегодно проводятся этапные комплексные обследования спортсменов, в том числе циклических видов спорта (легкая атлетика, конькобежный спорт). В динамике 3 лет наблюдений проведено комплексное исследование более 300 спортсменов с разной спортивной квалификацией и спецификой тренировочной деятельности на разных этапах годичного тренировочно-соревновательного цикла.

Исследование двигательного компонента (изучение функции опорно-двигательного аппарата, оценку физического развития и построение антропометрического профиля, исследование состава тела) проводили методом калиперометрии, а также с помощью анализатора состава тела InBody. Протокол исследования включает в себя полную информацию об объемах жировой ткани и мышц, наличии висцеральных отложений, скорости базального метаболизма, количестве воды и костной массы.

Регуляторный компонент функциональной подготовленности спортсменов объединяет механизмы моторного, вегетативного, гуморального и коркового контуров регуляции оценивался с помощью программного обеспечения к электрокардиографу «Полиспектр» с дополнительной функцией получения данных по вариабельности ритма сердца.

Вегетативный компонент включал в себя изучение на основе комплексного неинвазивного, биоимпедансного исследования с помощью технологической системы «Кентавр» фирмы «Микролюкс» (г. Челябинск) 18 показателей кардигемодинамики, которые дают информацию о преднагрузке / постнагрузке, сократимости и производительности левого желудочка. Протокол исследования формируется автоматически в условиях физиологического покоя, на пике нагрузке и в период восстановления после выполнения велоэргометрической нагрузки.

С целью определения объема вентилируемого воздуха при выполнении единицы работы [л/(мин Вт)] при нагрузке повышающей мощности использован спирометр «SpiroUSB». Нагрузка в ступенчатом велоэргометрическом тесте задавалась педалированием на велоэргометре «CORIVAL» с механической тормозящей системой. Минутный объем дыхания

измеряли в течение последних 20 секунд каждой двухминутной ступени работы.

При оценке энергетического компонента изучались мощность, подвижность, емкость и эффективность аэробного и анаэробного механизмов энергообеспечения на основе «Способа определения (оценки) физической работоспособности по динамике отношения минутного объема дыхания к мощности возрастающей нагрузки» (Роспатент № 2442797, правообладатель – УралГУФК).

Статистическая обработка полученных данных осуществлялась с использованием параметрического теста Стьюдента. Для выявления взаимосвязи между показателями использован корреляционный анализ.

Результаты исследований и их обсуждение.

Проведенные нами исследования показали, что на этапе общей подготовки у спортсменов уровень функциональной подготовленности имеет сильную статистическую взаимосвязь с показателями аэробного процесса энергообеспечения: аэробной емкости ($r = 0,81$) и аэробной мощности ($r = 0,80$). Кроме этого, уровень функциональной подготовленности имел высокие корреляционные значения с параметрами, отражающими факторы «мощности функционирования», такими как W_{\max} ($r = 0,79$) и с параметрами категории «экономизации» (W_{\max}/PS_{\max} ; $r = 0,80$). Вместе с тем, уровень функциональной подготовленности у спортсменов имел среднюю статистическую взаимосвязь с параметрами производительности работы левого желудочка уИРЛЖ ($r = 0,51$).

Изменения показателей функциональной подготовленности на специально-подготовительном этапе при переходе к специальной работе отразились в виде увеличения корреляционных зависимостей между исследуемыми параметрами. Гораздо значительнее по сравнению с общеподготовительным периодом усиливаются взаимосвязи, характеризующие энергетическую составляющую функциональной подготовленности: аэробной емкости ($r = 0,97$) и аэробной мощности ($r = 0,94$), появляется обратная корреляционная зависимость с параметрами анаэробной емкости ($r = -0,66$). Кроме этого, уровень функциональной подготовленности имел высокие корреляционные значения с параметрами, отражающими факторы «мощности функционирования», такими как W_{\max} ($r = 0,96$) и с параметрами категории «экономизации» (W_{\max}/PS_{\max} ; $r = 0,96$) и $PS_{\text{пок}}$ ($r = -0,59$). На этом же этапе усиливается корреляционная зависимость с параметрами производительности работы левого желудочка уИРЛЖ ($r = 0,76$) и появляется средняя зависимость с параметром уИОПС ($r = -0,60$).

Оценка вклада параметров функциональной подготовленности у спортсменов разной квалификации. У спортсменов I-II разряда было выявлено самое большое количество взаимосвязей физической работоспособности с параметрами функциональной подготовленности: сильная статистическая взаимосвязь с показателями, отражающими факторы «мощности функционирования»: W_{\max} , ($r = 0,91$); $W_{\text{ПАНО}}$ ($r = 0,91$), с параметрами категории «экономизации»: $W_{\max}/\text{ЧСС}_{\max}$ ($r = 0,92$). Кроме этого, сильная зависимость отмечалась с энергетической составляющей, а именно, с параметрами аэробной емкости ($r = 0,791$) и аэробной мощности ($r = 0,781$). Средняя статистическая взаимосвязь была выявлена с параметрами УО ($r = 0,63$), УИ ($r = 0,78$), МЖП ($r = 0,58$) и ИОПС ($r = 0,601$).

У спортсменов уровня кандидата в мастера спорта физическая работоспособность утрачивает достоверные корреляционные связи с морфофункциональными характеристиками сердечно-сосудистой системы, но остаются сильные корреляционные взаимосвязи с факторами «мощности функционирования» и «экономичности»: физическая работоспособность достоверно коррелирует с W_{\max} , ($r = 0,91$), $W_{\max}/\text{ЧСС}_{\max}$ ($r = 0,88$), усиливаются связи с параметрами аэробной емкости ($r = 0,891$) и аэробной мощности ($r = 0,87$).

У спортсменов уровня мастеров спорта и мсмк отмечена тенденция к усилению взаимосвязи физической работоспособности с показателями, отражающими факторы категории «экономичности». Помимо показателя $W_{\max}/\text{ЧСС}_{\max}$ ($r = 0,78$) появляется зависимость с аэробной производительностью и способностью организма к экономному расходованию кислорода в условиях повышающейся нагрузки ($r = 0,71$). В то же время остается связь с показателями «предельной мощности функционирования»: с максимальной мощностью работы W_{\max} ($r = 0,92$) и показателями аэробной емкости ($r = 0,98$), и аэробной мощности ($r = 0,866$). Появляется средняя зависимость с параметром анаэробной емкости ($r = 0,59$).

Опираясь на полученные результаты, можно заключить, что вне зависимости от квалификации спортсмена важными по значимости являются факторы «предельной мощности функционирования». С ростом спортивной квалификации увеличивается роль энергетической составляющей, в первую очередь – мощности функционирования аэробной системы энергообеспечения и фактор «экономичности».

Уровень развития разных компонентов функциональной подготовленности организма у спортсменов циклических видов спорта в

зависимости от специфики тренировочного процесса (бег на короткие дистанции, на средние дистанции и на длинные дистанции) представлен ниже. Мощность функционирования физиологических систем организма определяет уровень подготовленности спортсмена в большинстве видов спорта, она является основой тренированности и выступает в качестве базового свойства функциональной подготовленности, во многом определяющего уровень спортивной результативности [9]. Во всех исследуемых группах показатель максимальной мощности выполненной нагрузки имел высокие корреляционные связи с функциональной подготовленностью. Однако, наибольшая степень обусловленности между параметрами величины максимальной мощности выполняемой нагрузки (W_{max}) и уровнем функциональных возможностей наблюдалась у спортсменов-спринтеров ($r = 0,96$), стайеров ($r = 0,93$), несколько ниже он у бегунов на средние дистанции ($r = 0,83$).

У спортсменов-стайеров наиболее сильные корреляционные зависимости функциональной подготовленности были выявлены с параметрами аэробной емкости ($r = 0,84$) и аэробной мощности ($r = 0,85$). У бегунов на средние дистанции помимо высоких корреляционных связей функциональной подготовленности с аэробной мощностью ($r = 0,93$), отмечена высокая зависимость с анаэробным процессом: с параметром анаэробной емкости ($r = 0,62$) и анаэробной мощности ($r = 0,57$).

Заслуживает внимания тот факт, что у спринтеров выявлено минимальное количество взаимодействий физической работоспособности с энергетическим компонентом в целом: одна сильная корреляционная зависимость с аэробной мощностью ($r = 0,86$). Это может быть связано, с одной стороны, с тем, что спринтерский бег по своей природе является физической деятельностью в условиях мощных кратковременных нагрузок и определяется запасами энергетических субстратов фосфогенной группы [2]; с другой стороны, может иметь место наличие тесной корреляционной зависимости с параметром аэробной мощности, поскольку бег на короткие дистанции как физическая работа в условиях субмаксимальной мощности определяется в основном ресурсами фосфогенных и гликолитических источников, но, несмотря на выраженный анаэробный характер деятельности, вклад аэробного источника здесь достигает уже 25% или 33-36% вне зависимости от уровня физической подготовленности [5].

У стайеров гораздо значительнее по сравнению с другими спортсменами наблюдались взаимосвязи физической работоспособности с факторами

функциональной экономичности и эффективности: с величинами ватт-пульса – $W_{\max}/ЧСС_{\max}$ ($r = 0,841$) и аэробной производительности ($r = -0,77$). У бегунов на средние дистанции наблюдалась взаимосвязь только с показателем $W_{\max}/ЧСС_{\max}$ ($r = 0,75$).

У спринтеров достоверных взаимосвязей с факторами функциональной экономичности выявлено не было. Однако, корреляционный анализ показал, что именно эта группа спортсменов имела наибольшее количество взаимосвязей с показателями морфофункционального статуса организма, в первую очередь с параметрами кардиогемодинамики. Обнаружились следующие достоверные взаимосвязи функциональной подготовленности: с величиной ЗСЛЖ = 0,64; ФВ = 0,57 и ИОПС = 0,64.

Заключение.

Полученные результаты показали, что этап подготовки оказывает влияние на значимость параметров функциональной подготовленности: усиливаются взаимосвязи, характеризующие энергетическую составляющую, с параметрами производительности работы левого желудочка. Вне зависимости от квалификации спортсмена важными по значимости являются факторы «предельной мощности функционирования». С ростом спортивной квалификации увеличивается роль энергетической составляющей, в первую очередь – мощности функционирования аэробной системы энергообеспечения. Специфика вида спорта также накладывает отпечаток на обусловленность разных параметров функциональной подготовленности, что вероятно, вызвано различиями в характере локомоций в рамках определенного вида спорта.

Статья подготовлена по результатам выполнения государственного задания «Разработка и научное обоснование модельных характеристик квалифицированных спортсменов циклических видов спорта с учетом специфики тренировочного процесса по показателям функциональной подготовленности на разных этапах многолетней подготовки» (приказ № 1080 от 20.12.2019г.).

Список литературы

1. Быков Е.В. Особенности миокардиально-гемодинамического и вегетативного гомеостаза у спортсменов циклических видов спорта с разной квалификацией / Е.В. Быков, О.В. Балберова, Е.С. Сабирьянова, А.В. Чипышев // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т.19. – №3. – С.36-45.

2. Волков Н.И. Биоэнергетика спорта: монография / Н.И. Волков, В.И. Олейников // М.: Советский спорт, 2011. – 160 с.

3. Кудашова В.А. Теоретические и практические аспекты проблемы управления функциональной подготовленностью спортсменов / В.А. Кудашова, Л.Р. Кудашова // Физиология мышечной деятельности: тез. докл. Междунар. конф. – М., 2000. – С.82–83.

4. Мищенко В.С. Функциональные возможности спортсменов / В. С. Мищенко // Киев: Здоровья, 1990. – 200 с.

5. Быков Е.В. Особенности функциональной подготовленности спортсменов циклических видов спорта с разной спецификой тренировочного процесса / Е.В. Быков, О.В. Балберова, А.В. Чипышев, Е.Г. Сидоркина // Вестник МГПУ Журнал Московского городского педагогического университета. Серия «Естественные науки». – N2 (38), 2020. – С.78-89. DOI 10.25688/2076-9091.2020.38.2.7.

6. Быков Е.В. Построение тренировочного процесса на основе совершенствования методов контроля функционального состояния и учета генетических факторов: монография / Е.В. Быков, О.И. Коломиец, Н.Г. Зинурова, А.В. Чипышев, Е.В. Леконцев / Под ред. Е.В. Быкова. – Челябинск: Уральская академия, 2018. – 130 с.

7. Солопов И.Н. Значение различных параметров функциональной подготовленности для обеспечения физической работоспособности спортсменок разной специализации [Электронный ресурс] / И. Н. Солопов, И. А. Фоменко, Д. В. Медведев // Фундаментальные исследования. – 2014. – №6-7. – С.1423-1427. – URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=34354> (дата обращения: 22.08.2019).

8. Солопов И.Н. Функциональная подготовленность спортсменов (теоретические и практические аспекты) / И. Н. Солопов // Физическое воспитание и спортивная тренировка. – 2019. – №1 (27). – С.15–20.

9. Фоменко И.А. Качественные характеристики функциональной подготовленности спортсменок, адаптированных к различной специфической мышечной деятельности [Электронный ресурс] / И.А. Фоменко, Д.В. Медведев, В.А. Балугева // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8–5. – С.1107–1112. – URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=32093> (дата обращения: 22.08.2019).

10. Шамардин А.А. Функциональные аспекты тренировки спортсменов [Электронный ресурс] / А.А. Шамардин, И.Н. Солопов // Фундаментальные исследования. – 2013. – №10–13. – С.2996–3000. – URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=32952> (дата обращения: 15.08.2019).

11. Bykov E.V. Integral assessment of the functional status for individualization of sports reserve training» / E.V. Bykov, O.V. Balberova et all. // Proceedings of the 4th International Conference on Innovations in Sports, Tourism and Instructional Science (ICISTIS 2019). – Available Online November 2019. – P.34-36.

References

1. Bykov E.V. Features of myocardial-hemodynamic and vegetative homeostasis in athletes of cyclic sports with different qualifications / E.V. Bykov, O.V. Balberova, E.S. Sabiryanova, A.V. Chipyshev // *Man. Sport. Medicine.* – 2019. – Vol.19. – №3. – P.36-45.

2. Volkov N.I. Bioenergetics of sports: monograph / N.I. Volkov, V.I. Oleynikov // Moscow: Soviet sport, 2011. – 160 p.

3. Kudashova V.A. Theoretical and practical aspects of the problem of managing the functional fitness of athletes / V.A. Kudashova, L.R. Kudashova // *Physiology of muscle activity: TEZ. Dokl. Mezhdunar. konf.* – M., 2000. – P.82–83.

4. Mishchenko V.S. Functional capabilities of athletes / V.S. Mishchenko // Kiev: Zdorovyya, 1990. – 200 p.

5. Bykov E.V. Features of functional preparedness of cyclical sports athletes with different specifics of the training process / E.V. Bykov, O.V. Balberova, A.V. Chipyshev, E.G. Sidorkina // *Vestnik MSPU Journal of the Moscow city pedagogical University. Series "Natural Sciences".* – H2 (38), 2020. – P. 78-89. DOI 10.25688/2076-9091.2020.38.2.7.

6. Bykov E.V. Building a training process based on improving methods for controlling the functional state and accounting for genetic factors: monograph / E.V. Bykov, O.I. Kolomiets, N.G. Zinurova, A.V. Chipyshev, E.V. Lekontsev / Ed. – Chelyabinsk: Ural Academy, 2018. – 130 p.

7. Solopov I. N. The Value of various parameters of functional fitness to ensure physical performance of athletes of different specializations [Electronic resource] / I.N. Solopov, I.A. Fomenko, D.V. Medvedev // *Fundamental research.* – 2014. – №. 6-7. – P.1423-1427. – URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=34354> (accessed: 22.08.2019).

8. Solopov I.N. Functional preparedness of athletes (theoretical and practical aspects) / I.N. Solopov // Physical education and sports training. – 2019. – №1 (27). – P.15–20.

9. Fomenko I.A. Qualitative characteristics of functional fitness of athletes adapted to various specific muscle activity [Electronic resource] / I.A. Fomenko, D.V. Medvedev, V.A. Balueva // Fundamental research. – 2013. – № 8-5. – P.1107-1112. – URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=32093> (date accessed: 22.08.2019).

10. Shamardin A.A. Functional aspects of training athletes [Electronic resource] / A.A. Shamardin, I.N. Solopov // Fundamental research. – 2013. – №10-13. – P.2996–3000. – URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=32952> (date accessed: 15.08.2019).

11. Bykov E.V. Integral estimation of functional condition of individualization of training of sports reserve / V.E. Bykov, O.V. Balberov etc. // Proceedings of the 4th International conference on innovations in sports, tourism and pedagogical science (ICISTIS 2019). – Available Online November 2019 – P.34-36.

Сведения об авторе: Балберова Ольга Владиславовна, кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник ФГБОУ ВО Уральский государственный университет физической культуры, г. Челябинск Россия, тел. 8-968-12658550, E-mail: olga-balberova@mail.ru; **Быков Евгений Витальевич**, доктор медицинских наук, профессор, проректор по НИР, зав. кафедрой спортивной медицины и физической реабилитации, директор НИИ олимпийского спорта ФГБОУ ВО Уральский государственный университет физической культуры, тел. 8-912-7747521, E-mail: Bev58@yandex.ru; **Чипышев Антон Викторович**, кандидат биологических наук, доцент кафедры спортивной медицины и физической реабилитации ФГБОУ ВО Уральский государственный университет физической культуры, г. Челябинск Россия, тел. 8-950-7226923, E-mail: Jk_m@bk.ru; **Сидоркина Елена Геннадьевна**, научный сотрудник ФГБОУ ВО Уральский государственный университет физической культуры, тел. 8-908-056-63-06, E-mail: rezenchik@bk.ru.