

На правах рукописи

Чернова Татьяна Сергеевна

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ
ПОДГОТОВЛЕННОСТИ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ,
СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В ЛЕГКОАТЛЕТИЧЕСКОМ МНОГОБОРЬЕ

03.03.01 - Физиология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Майкоп - 2021

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма»

- Научный руководитель:** **Александянц Гайк Дереникович**
доктор медицинских наук, профессор
- Официальные оппоненты:** **Щедрина Юлия Александровна**
доктор биологических наук, профессор /
ФГБОУ ВО «Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта» / профессор кафедры физиологии (г. Санкт-Петербург)
- Горбанева Елена Петровна**
доктор медицинских наук, доцент / ФГБОУ ВО «Волгоградская государственная академия физической культуры» / заведующая кафедрой анатомии и физиологии (г. Волгоград)
- Ведущая организация:** ФГБОУ ВО «Московская государственная академия физической культуры»
(г. Москва, п. Малаховка)

Защита состоится «__» _____ 2021 года в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 212.001.11 при ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет» по адресу: 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, 260, конференц-зал научной библиотеки АГУ.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке им. Д.А. Ашхамафа ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет» по адресу: 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Пионерская, 260 и на сайте университета <http://www.old2.adygnet.ru/>

Автореферат разослан «__» _____ 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук,
доцент

Чельшкова
Татьяна Васильева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Спортивная тренировка является целенаправленным процессом развития адаптированности к специфическим мышечным нагрузкам и имеет своей целью рост функциональной подготовленности – устойчивого уровня функциональных возможностей организма спортсмена (В.К. Бальсевич, 2001; Н.Н. Сентябрев и соавт., 2004; В.П. Симень, Г.Л. Драндров, 2014; И.В. Мосин и соавт., 2018; V.N. Platonov, 2002; Dong Jun, 2005; K.R. Hirsch et al., 2016). Уровень устойчивого функционального статуса организма является важнейшим условием совершенствования всех основных видов подготовленности спортсменов (физической, технико-тактической, психологической), возможностей организма к освоению высоких специфических нагрузок, способности к интенсивному и эффективному течению восстановительных процессов и, в конечном итоге, во многом обуславливает спортивный результат (К.Д. Чермит, Е.К. Аганянц, 2006; Л.Ю. Чижик, Г.Д. Алексянц, 2015; А.А. Псеунок и соавт., 2016; С.С. Черкасова, В.В. Черкасов, 2017; Ю.А. Щедрина, Д.В. Голубев, 2020; T. Fanshawe, 2012; S. Morrison, 2012).

В этой связи в отечественной физиологии спорта интенсивно разрабатывается относительно самостоятельное направление – концепция о функциональной подготовленности занимающихся спортом. При этом, по мнению Е.П. Горбанёвой (2008) и И.А. Фоменко (2014): «функциональная подготовленность рассматривается как устойчивый уровень функциональных возможностей организма» и по сути является мультикомпонентным качеством, основой которого является уровень оптимизации физиологических механизмов, обуславливающих выраженность требуемых для характерной активности кондиций и специальной физической работоспособности (А.И. Шамардин, 2008; Л.И. Губарева, И.М. Абдуллаев, 2014; Е.П. Горбанёва и соавт., 2015; Е.А. Ширковец, Б.Н. Шустин, 2017; W. Westera, 2006; J. Park, V.M. Zatsiorsky, 2011).

Для большинства видов спорта степень формирования функциональных качеств, их совокупность и предопределенность характеризуется высокой специфичностью, несмотря на практически одинаковую структуру всех компонентов функциональной подготовленности (И.Н. Солопов и соавт., 2015).

В этом плане легкоатлетическое многоборье, будучи мультидисциплинарным видом спорта, требующим проявления разнообразных двигательных актов, характеризуется необходимостью развития всех структурных компонентов функциональной подготовленности и проявления функциональных свойств. Известные в научной литературе показатели функциональной подготовленности являются важными для достижения высоких результатов спортсменами, специализирующимися в многоборье (Е.П. Горбанева и соавт., 2011; А.А. Повзун и соавт., 2016; W. Westera, 2014; F. Gassmann et al., 2016).

Сведения о структуре и физиологических механизмах адаптации организма, его устойчивом и текущем уровне функциональных возможностей, факторах, его определяющих, будут являться основанием для установления

методологических, стратегических и тактических компонентов управления процессом адаптации, обеспечивающим его успешность. Это должно стать фундаментом объективизации структуры контроля, а также базой для индивидуализации тренировочного процесса и даст возможность установить функциональный порог для его наращивания (А.С. Солодков, 2014; А.В. Шаханова и соавт., 2015; Р.В. Тамбовцева, И.А. Никулина, 2018; Van Damme et al., 2002; Т.О. Vompa, М.С. Carrera, 2005; М. Schomaker, С. Neumann, 2011).

Исходя из вышеизложенного, изучение закономерностей функциональной подготовленности квалифицированных спортсменов, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье, представляет собой значимую проблему для физиологии спорта, что обусловило актуальность настоящего исследования.

Степень научной разработанности темы. В последние годы внимание спортивных физиологов направлено на разработку концепции о функциональной подготовленности занимающихся спортом. Это связано с существенным ростом напряженности тренировочной и соревновательной деятельности современного спорта (Е.П. Горбанева и соавт., 2015; А.Л. Похачевский и соавт., 2017; А.А. Грушин и соавт., 2018; Р. Michael Lombardo, J. Robert Deaner, 2014). Следует отметить, что до сих пор нет консолидированного мнения и определения понятия «функциональная подготовленность». По мнению ученых (И.А. Солопова и соавт., 2010; Ф.А. Иорданская, 2011; Л.Ю. Крылов и соавт., 2015; В.С. Туишева, 2016; А.Л. Похачевский и соавт., 2017; Т. Fanshawe, 2012), функциональную подготовленность целесообразно рассматривать как основополагающее поликомпонентное качество спортсмена, содержанием которого является степень оптимизации физиологических механизмов, их возможность обеспечить в настоящий момент демонстрацию всех необходимых для данного процесса свойств, повышающих, прямо или опосредованно, физическую работоспособность. Ряд авторов интегрировали различные взгляды на структуру функциональной подготовленности и предложили схему ее структуры рассматривать как взаимодействие, взаимосодействие и взаимокомпенсацию пяти компонентов: информационно-эмоционального, регуляторного, двигательного, энергетического, психологического (И.Н. Солопов и соавт., 2010; Ш.З. Хуббиев и соавт., 2018; V. Wimmer et al., 2011; I. Heazlewood et al., 2014).

При этом особо подчеркивается, что «наличие всех структурных компонентов функциональной подготовленности характерно для всех видов спорта, но их значение, активность тех или иных механизмов функционирования, уровни качественных характеристик, их сочетания, паттерн взаимосвязей и взаимообусловленности, всегда имеют черты специфичности в каждом конкретном виде спортивной деятельности» (Д.В. Медведев, 2007; И.А. Фоменко и соавт., 2013; И.Н. Солопов, 2014; И.С. Таможникова, 2014; А.В. Кузнецов и соавт., 2016; Н.Н. Сентябрев и соавт., 2017; Е.П. Горбанёва, А.В. Кузнецов, 2018).

В многолетнем процессе развития адаптированности организма к физическим нагрузкам, обусловливаемых занятиями спортом, у атлетов наблюдаются обоснованное возрастание степени функциональных возможностей всех физиологических систем и развитие адекватного взаимодействия между ними, что в свою очередь, позволяет повысить специальную физическую работоспособность (О.О. Непронова, М.Г. Водолажская, 2009; Ф.А. Иорданская, 2011; Б. Джривах, А.Д. Цикуниб, 2015; J. Vindusková, 2003; G. Terzis et al., 2012).

По мнению ряда ученых (В.С. Мищенко, 1990; Е.П. Горбанёва, 2008; И.Н. Солопов, А.И. Шамардин, 2003; С.В. Москаленко, 2016; А.С. Самойлов и соавт., 2016; Н.Н. Сентябрьев, 2017; Л.С. Неменков, 2018; Р. Балучи, 2005; J.R. Morrow et al., 1995; W.D. McArdle et al., 1996), функциональная мощность, экономичность, устойчивость и мобилизация – те свойства, от которых в определенной степени зависит формирование адаптированности и возможностей организма спортсмена. В свою очередь они являются качественными признаками деятельности физиологических систем, которые детерминируют физическую работоспособность, воспринимаемую как системный фактор функциональной подготовленности атлетов.

Вместе с тем представления о структуре и понятии функциональной подготовленности спортсменов еще далеки от своего окончательного разрешения. Это определило выбор направления научного исследования.

Цель исследования: определить физиологические особенности функциональной подготовленности квалифицированных спортсменок, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье.

Задачи исследования:

1. Выявить параметры основных компонентов функциональной подготовленности у квалифицированных спортсменок, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье.
2. Определить уровень показателей качественных характеристик функциональной подготовленности у квалифицированных спортсменок, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье.
3. Раскрыть роль компонентов и качественных параметров функциональной подготовленности, которые создают условия для обеспечения физической работоспособности у квалифицированных спортсменок, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье.
4. Раскрыть физиологические особенности функциональной подготовленности квалифицированных спортсменок, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье, и выявить доминирующее значение параметров, обеспечивающих необходимый уровень физической работоспособности.

Научная новизна результатов исследования заключается в том, что в нем впервые:

- установлены ранее неизвестные данные, относящиеся к конструкции и уровню параметров базовых компонентов, характерные признаки качественных характеристик функциональной подготовленности которых заключаются в степени адаптированности к специфическим физическим

нагрузкам, а также в более высоком уровне параметров двигательного, энергетического, нейродинамического и психологического компонентов функциональной подготовленности высококвалифицированных спортсменов, занимающихся легкоатлетическим многоборьем, по сравнению с квалифицированными;

– определены новые научные факты об особенностях проявлений параметров различных свойств функциональной подготовленности: у квалифицированных спортсменов показатель физической работоспособности (PWC_{170}) предопределен параметрами функциональной экономичности - эффективности и мощности; у высококвалифицированных спортсменов он обуславливается доминирующей ролью параметров функциональной мощности и устойчивости;

– выделена совокупность научных сведений о значимости разнотипных физиологических факторов, установленных различными методами, и раскрыты закономерности участия их многообразных составляющих в обеспечении физической работоспособности у квалифицированных спортсменов, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье.

Теоретические основы исследования. Теория адаптации (Г. Селье, 1982; Ф.З. Меерсон, 1986; К.Д. Чермит, 2006); концепция многокомпонентности функциональной подготовленности спортсменов (В.С. Фомин, 1985; А.И. Шамардин, 2009); концепция функциональной специализации организма спортсменов (Ю.В. Верхошанский, 1988); представление о специфичности приспособительных реакций на определенные виды двигательной деятельности спортсменов (И.Н. Солопов, 2001; А.В. Шаханова, 2008; Е.П. Горбанёва, 2012); представление о факторной обусловленности различных сторон функциональной подготовленности спортсменов (В.С. Мищенко, 1990; Н.Н. Сентябрьев, 2004); представление о качественных характеристиках и свойствах функциональных возможностей организма спортсменов (Е.К. Аганянц и соавт., 2005).

Теоретическая значимость работы заключается в том, что расширен диапазон знаний и выявлены закономерности физиологических механизмов и звеньев, обуславливающих функциональный потенциал и физическую работоспособность параметрами функциональной экономичности - эффективности и мощности у квалифицированных спортсменов - легкоатлетов.

Установленные научные знания дополняют существующие теоретические положения о структуре функциональной подготовленности у квалифицированных спортсменов, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье.

Полученные факты о функциональных возможностях организма спортсменов углубляют научные знания в физиологии спорта и формируют теоретические предпосылки для проведения дальнейших разработок по этой проблеме.

Практическая значимость работы. Полученные в исследовании данные могут быть использованы специалистами (в том числе КНГ) в соответствующих медико-биологических лабораториях для определения стратегии комплексного

контроля и оценки уровня подготовленности спортсменов, формирования путей сохранения, восстановления и увеличения спортивной работоспособности, при подтвержденном и актуальном их использовании, а также могут выступать одним из базовых элементов, служащим инструментом оптимизации системы функциональной готовности и объективной оценки функционального состояния спортсменов, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье.

Обобщенные и систематизированные в работе научные факты и экспериментальные данные могут быть применены в учебном процессе по предмету «Физиология» в физкультурных, педагогических и медицинских вузах.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 03.03.01 - Физиология по следующим областям исследований: изучение физиологических механизмов адаптации человека к различным географическим, экологическим, трудовым и социальным условиям (п. 8); исследование закономерностей функционирования основных систем организма (нервной, сенсорной, дыхания и др.) (п. 3); исследование сенсорного восприятия (п. 4).

Организация и методы исследования. Задачи, поставленные в диссертационном исследовании, реализовывались с применением совокупности методов по установлению степени функциональной подготовленности, аэробной производительности физической работоспособности спортсменов, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье, в возрасте 18-21 год. Все обследованные спортсменки были распределены на две группы, в соответствии с уровнем спортивной квалификации. Первую группу составили спортсменки I спортивного разряда и кандидаты в мастера спорта (n=32). Во вторую группу вошли спортсменки с квалификацией на уровне мастера спорта и мастера спорта международного класса (n=21). Третью (контрольную) группу составили практически здоровые сверстницы, не связанные со спортивной деятельностью (n=30).

Определение сократительной силы сгибателей кисти (кг) осуществлялось посредством электронного динамометра ДМЭР-120; скоростно-силовые возможности (уровень максимальной анаэробной производительности определялись с помощью статического выпрыгивания и системы тестирования «Newtest Powertimer»; выносливость (уровень общей физической работоспособности) изучалась по двум методикам: в гарвардском степ-тесте (ИГСТ) и в тесте PWC₁₇₀ (Т. Sjostrand, 1947; В.Л. Карпман и соавт., 1977, 1988; З.Б. Белоцерковский, 2005). Аэробные возможности (максимальная аэробная производительность (VO_{2max}) и максимальная мощность кратковременной работы (W_{max})) оценивались в тестах на определение общей физической работоспособности – PWC₁₇₀ и максимальной аэробной производительности организма. Для исследования функционального состояния центральной нервной системы и психофизиологических проявлений использовался аппаратно-программный компьютерный комплекс «НС-ПсихоТест» («НейроСофт, г. Иваново). Возбудимость нервной системы определялась по времени простой зрительной реакции на внешние раздражители (ВПЗР свет) (И.Н. Мантрова, 2007; Д.Н. Ноздренко, 2008). Лабильность нервной системы оценивалась по значениям критической частоты слияния световых мельканий

(КЧССМ) (С.М. Жужгин, Т.М. Семешина, 1991; В.В. Роженцов, 2004; И.Н. Мантрова, 2007). Подвижность нервных процессов оценивалась по результату теппинг-теста (Е.П. Ильин, 2003). Фактическая степень тревожности анализировалась в пробе «ситуативная тревожность» по Спилбергу (балл) (Г.Ш. Габдреева, 2000). Состояние регуляции вегетативных процессов определялось в вегетативном индексе Кердо (ВИК) (Г.А. Макарова, 2003).

В соответствии с установленным регламентом реализации антропометрических измерений и на основе предложений, имеющих в научной и методической литературе, осуществлялась фиксация показателей физического развития (Э.Г. Мартиросов, 1982; Г.Д. Алексанянц и соавт., 2009). В ходе наблюдения измерялись длина тела - L (см) и масса тела - P (кг) исследуемых.

Фиксирование жизненной емкости легких - VC (мл) - проводилось с использованием электронного спирометра «Спиро-Спектр» («НейроСофт», г. Иваново). Для измерения максимальной вентиляции легких - MMV (л/мин) - использовался электронный спирометр «Spirosift-3000» (Fukuda, Япония). Показатели внешнего дыхания, ЧСС и газометрические величины в ходе исследования в условиях покоя и при мышечных нагрузках определялись на метабологе «Ergo-oxyscreen (Jaeger)». Частота сердечных сокращений - HR (уд/мин) - регистрировалась электрокардиографическим методом по интервалу R – R, в условиях покоя (HR_{покоя}), в первую минуту реализации мышечной работы при стандартной мощности (HR_{wl}), в промежуток времени совершения физической нагрузки максимальной мощности (HR_{max}), при определении максимального потребления кислорода (Г.А. Макарова и соавт., 2018).

В тестах с предельной задержкой дыхания на вдохе (проба Штанге – TA_{in}) и выдохе (проба Генчи – TA_{ex}) устанавливалась гипоксическая устойчивость (с) (В.С. Рохлов, 1999).

Полученные результаты подвергались математическо-статистической обработке по общепринятым методикам (Г.Ф. Лакин, 1990; В.П. Губа и соавт., 2006; Л.В. Денисов и соавт., 2008). Вычислялись средняя арифметическая величина (M); ошибка средней арифметической ($\pm m$); парный линейный коэффициент корреляции Бравэ-Пирсона; параметрический t-критерий Стьюдента. В исследовании принят пятипроцентный уровень значимости, обеспечивающий необходимую точность сравнения (В.В. Гмурман, 2007). Нормальность распределения вариант в выборках проверялась по критерию Шапиро-Уилки. Обработка результатов исследования осуществлялась на компьютере при помощи программ MS Excel и Statistica 6.0.

Исследования проводились в подготовительный период годового тренировочного цикла. Работа была организована в полном соответствии с основными биоэтическими правилами, соблюдались условия, предусмотренные при научном обосновании планирования исследований, при анализе возможных рисков и дискомфорта (А.М. Генин и соавт., 2001). У спортсменов было получено информированное письменное согласие.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Структура функциональной подготовленности, уровень развития её основных компонентов и качественные характеристики высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье, зависят от степени адаптированности к специфической мышечной деятельности спортивного характера существенным преимуществом двигательной выносливости и уровнем показателя аэробной производительности по сравнению с квалифицированными атлетками.
2. Особенности функциональной подготовленности высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье, характеризуются более высоким уровнем двигательного, энергетического, нейродинамического и психологического компонентов, преобладанием таких свойств (качественных характеристик), как функциональная экономичность-эффективность и функциональная устойчивость, а процессы регуляции отличаются выраженным развитием функциональной оптимизации в сравнении с квалифицированными спортсменками.
3. У спортсменов разного уровня специальной подготовленности, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье, физическая работоспособность характеризуется различной структурой обусловленности параметрами качественных характеристик и компонентов функциональной подготовленности организма. Доминирующее значение функциональных параметров в обеспечении физической работоспособности с повышением уровня специальной спортивной подготовленности спортсменов смещается от показателей функциональной мощности к показателям функциональной устойчивости и функциональной экономичности-эффективности.

Степень достоверности результатов проведенного исследования определяется тем, что:

- теоретической основой исследования являются фундаментальные научные положения физиологии и спортивной физиологии, теории и методики спортивной тренировки, труды ученых, в которых раскрываются представления о физиологических механизмах и факторах, определяющих и лимитирующих функциональные возможности;
- количественные и качественные результаты настоящего исследования не противоречат данным научных фактов и выводов, которые представлены в независимых источниках по проблеме исследования закономерностей функционирования основных систем организма и его адаптивных возможностей в условиях спортивной деятельности;
- экспериментальная часть диссертации выполнена с использованием апробированных методов исследования, которые являются адекватными поставленной цели и задачам. В работе были использованы метабологграф «Ergo-oxyscreen (Jaeger)», электронные спирометры: «Спиро-Спектр», «Spirosift-3000»; система тестирования «Newtest Powertimer», велоэргометр «Tunturi E450», аппаратно-программный компьютерный комплекс «НС-ПсихоТест», и методы функционального и спироэргометрического тестирования;

– применены современные методы обработки исходной информации, включая теоретический анализ и обобщение данных специальной научно-методической литературы, методы математической статистики с использованием программы «Microsoft Office Excel 2007»;

– представлен необходимый объем экспериментальных данных, соблюдена логика научного исследования.

Внедрение результатов исследования. Основные результаты исследований внедрены в лекционный и практический курсы на кафедре физиологии, на факультете повышения квалификации и переподготовки кадров в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма»; в учебно-тренировочный процесс Государственного бюджетного учреждения Краснодарского края «Центр олимпийской подготовки по легкой атлетике», Государственного бюджетного учреждения Республики Адыгея «Спортивная школа Олимпийского резерва № 1», Государственного бюджетного учреждения Ростовской области «Специализированная школа олимпийского резерва № 15 им. В.И. Алексеева», Государственного бюджетного учреждения Волгоградской области «Спортивная школа олимпийского резерва по легкой атлетике».

Апробация результатов исследования. Основные положения и результаты исследований были доложены и обсуждены на международной научной конференции: «Modern problems of experimental and clinical medicine» (Bangkok, Thailand, 2009); научной и научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма (г. Краснодар, 2010); всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы модернизации системы подготовки спортивного резерва» (г. Москва, 2014); ежегодной отчетной научной конференции аспирантов и соискателей Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма (г. Краснодар, 2016); XXXXIII научной конференции студентов и молодых ученых Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма (г. Краснодар, 2016); международной научной конференции «Modern science technologies» (Израиль, Тель-Авив, 2016); ежегодной отчетной научной конференции аспирантов и соискателей Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма (г. Краснодар, 2017); ежегодной отчетной научной конференции аспирантов и соискателей Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма (г. Краснодар, 2018); международной научно-практической конференции «Роль естествознания и технических наук в современном обществе» (г. Белгород, 2018), международной научно-практической конференции «Взаимодействие науки и общества: проблемы и перспективы» (г. Челябинск, 2018); региональной научно-практической конференции, посвященной развитию научного наследия профессора С.Н. Кучкина (г. Волгоград, 2020); международной научно-практической конференции «Физическая культура и спорт. Олимпийское образование» (г. Краснодар, 2020).

Личный вклад соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается:

- в самостоятельной постановке проблемы, определении объекта и предмета, формулировке цели и задач исследования;
- в выборе методик исследования функциональной подготовленности квалифицированных спортсменок, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье;
- в сборе, обработке и интерпретации экспериментальных данных о показателях качественных характеристик функциональной подготовленности у квалифицированных спортсменок, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье, а также в подготовке и публикации результатов выполненной работы;
- в разработке практических рекомендаций в отношении определения стратегии комплексного контроля и оценки функциональной подготовленности квалифицированных спортсменок с использованием показателей таких функциональных свойств (качественных характеристик подготовленности), как мощность, мобилизация, устойчивость и экономичность-эффективность.

Объем и структура диссертации. Текст диссертации изложен на 177 страницах компьютерного текста и состоит из введения, обзора литературы, методов исследования, трех экспериментальных глав с изложением результатов собственных исследований, обсуждения, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы и приложения. Работа проиллюстрирована 6 таблицами, 21 рисунком. Список литературы включает 324 наименования, в том числе 53 иностранных источника.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Для определения уровня основных компонентов функциональной подготовленности у спортсменок, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье, были изучены средние величины показателей, составляющих шесть основных компонентов функциональной подготовленности: двигательный, энергетический, нейродинамический, информационно-эмоциональный, психологический и регуляторный (таблица 1).

Величины, входящие в состав двигательного компонента функциональной подготовленности, спортсменок, не содержат достоверных отличий у спортсменок с разным уровнем подготовки, что детерминировано внушительным диапазоном личных цифровых значений каждого показателя. Особенностью при этом является параметр выносливости (PWC_{170}), который был статистически ($P_{1-2} < 0,05$) больше у спортсменок второй группы. Также более подготовленные спортсменки значительно превосходят менее квалифицированных атлетов по уровню показателей аэробной производительности. В то же время средние значения некоторых параметров, составляющих двигательный компонент функциональной подготовленности у высококвалифицированных и квалифицированных спортсменок, превышали таковые величины (за исключением показателя силы левой кисти у спортсменок 1 группы) у не занимающихся спортом сверстниц ($P < 0,05 - 0,0001$).

Таблица 1

Средние величины показателей компонентов функциональной подготовленности у спортсменок, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье разного уровня спортивной квалификации, и сверстниц, не занимающихся спортом ($M \pm m$)

Показатели	Г Р У П П Ы (обследуемых)					
	1 (n=32)	2 (n=21)	3 контрольная (n=30)	P ₁₋₂	P ₁₋₃	P ₂₋₃
Двигательный компонент						
Сила правой кисти, кг	38,3±1,7	42,0±3,4	25,10±4,56	r=0,97 p>0,05	r=2,71 p<0,001	r=2,97 p<0,001
Сила левой кисти, кг	34,4±1,5	40,3±3,7	24,0 ±5,06	r=1,48 p>0,05	r=1,97 p>0,05	r=2,6 p<0,05
Скоростно-силовые возможности (статическое выпрыгивание), см	37,7±1,1	39,7±1,4	32,0±0,62	r=1,12 p>0,05	r=4,51 p<0,001	r=5,03 p<0,001
Выносливость PWC ₁₇₀ , кгМ/мин	875,2±46,5	1012,6±49,3	422,0±5,33	r=2,03 p<0,05	r=9,68 p<0,0001	r=11,91 p<0,0001
Энергетический компонент						
Аэробные возможности, VO _{2max} , мл/мин	3150,0±139,6	3596,4±138,4	2761,1±93,3	r=2,27 p<0,05	r=2,32 p<0,05	r=5,00 p<0,0001
Анаэробные возможности, W _{max} кгМ/мин	1163,6±224,4	1235,7±163,3	1041,7±141,2	r=0,26 p>0,05	r=0,46 p>0,05	r=0,90 p>0,05
Нейродинамический компонент						
Возбудимость нервной системы (время простой зрительной реакции), мс	223,4±11,2	190,7±7,9	230,3±17,3	r=2,39 p<0,05	r=0,33 p>0,05	r=2,08 p<0,05
Подвижность нервных процессов (теппинг-тест), кол-во за 10 с	56,4±1,6	63,2±1,4	54,0±1,1	r=3,20 p<0,001	r=1,24 p>0,05	r=5,17 p<0,001
Информационно-эмоциональный и психологический компоненты						
Тревожность по Спилбергу, балл	21,4±0,7	16,8±1,6	38,2±2,7	r=2,63 p<0,05	r=6,02 p<0,0001	r=6,82 p<0,0001
Лабильность нервной системы (критическая частота световых мельканий), Гц	39,3±0,5	43,7±1,0	34,6±2,5	r=3,94 p<0,0001	r=1,84 p>0,05	r=3,38 p<0,001
Регуляторный компонент						
ВИК, у.е.	1,2±4,2	-13,9±2,0	7,3±0,4	r=3,25 p<0,005	r=1,45 p>0,05	r=10,39 p<0,0001

Сопоставление числовых значений следующего – энергетического компонента продемонстрировало следующее. Величина аэробной производительности (максимальное потребление кислорода, VO_{2max}) у высококвалифицированных и квалифицированных многоборок значимо отличалась (P₁₋₂<0,05).

Сравнение двух показателей нейродинамического компонента функциональной подготовленности спортсменок-многоборок подтвердило достоверное ($P < 0,001$) преимущество в подвижности нервных процессов высококвалифицированных спортсменок как в сравнении с многоборками первой группы, так и с группой не занимающихся спортом девушек. Что касается возбудимости нервной системы, то между группами (1 и 2) спортсменок также зарегистрированы различия в показателях, причем лучшие значения наблюдаются у высококвалифицированных атлетов ($P < 0,05$). Эти же отличия отмечены у высококвалифицированных спортсменок при сравнении с не занимающимися спортом сверстницами ($P < 0,05$). Между квалифицированными спортсменками (1 группа) и не занимающимися спортом сверстницами различий в показателях не зарегистрировано.

Аналогичная ситуация наблюдалась и при сравнении показателей информационно-эмоционального и психологического компонентов, а также регуляторного компонента.

Степень ситуативной тревожности у спортсменок более высокого уровня подготовленности была статистически ниже по сравнению с первой группой исследуемых девушек первого разряда и кандидатов в мастера спорта (на 21,5 %, $P < 0,05$). Вместе с этим показатель в тесте ситуативной тревожности по Спилбергу у не занимающихся сверстниц был больше по отношению к высококвалифицированным спортсменкам ($P < 0,05$).

Сравнение средних величин показателя критической частоты световых мельканий, отражающих лабильность нервной системы, был опять же выше у более квалифицированных спортсменок (на 11,2 %, $P < 0,05$) и существенно больше, чем у не занимающихся спортом девушек (на 20,9 %, $P < 0,001$).

Анализ показателей регуляторного компонента проводился по показателям ВИК и по величине показателя напряженности регуляторных механизмов. Средние величины (с учетом знака) ВИК, полученные в группах различной квалификации, показывают, что у девушек со спортивной квалификацией I разряд и кандидат в мастера спорта этот показатель в среднем $1,2 \pm 4,2$ усл. ед., тогда как во второй группе он составил $-13,9 \pm 2,0$ усл. ед. Это в полной мере отражает положение о том, что у более подготовленных спортсменок наблюдается выраженная ваготония (парасимпатикотония).

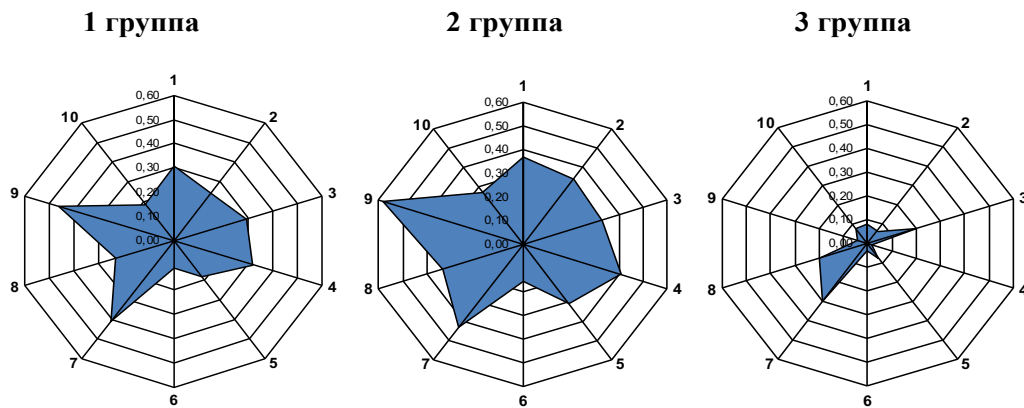
Состояние регуляторного компонента функционального состояния спортсменок разной квалификации исследовалось по величине «мощности корреляции», извлеченной путем вычисления тесноты межпараметрических взаимосвязей, относящихся к функциональной подготовленности (корень из суммы всех сводных коэффициентов корреляции).

Наибольшую величину показателя «мощность корреляции» продемонстрировали высококвалифицированные спортсменки ($4,62$ усл. ед.). Относительно большие величины этого показателя соответствуют росту напряженности регуляторных механизмов как следствие расширения функциональных возможностей организма в целом и включения механизмов оптимизации функционирования его отдельных систем, что происходит в определенной мере за счет повышения физиологической стоимости выполнения спортивной деятельности. Показатель «мощность корреляции» у

менее квалифицированных спортсменок составил величину, равную 4,08 усл. ед., что указывает на относительно малую физиологическую стоимость текущего уровня функциональных отправления спортсменок. В группе не занимающихся спортом сверстниц этот показатель составил 3,12 усл. ед.

В завершение сравнительного анализа показателей компонентов функциональной подготовленности с целью наглядного понимания сути организации и структуры функциональных возможностей рассматриваемого контингента исследуемых, нами «сконструированы» так называемые «функциональные профили» с учетом нормализованных величин, анализируемых параметров, построенных на основе «выбранных точек» (В.М. Задиорский, 1982; Д.В. Медведев, 2007; Е.П. Горбанёва, 2012).

Как видно из рисунка 1, у высококвалифицированных спортсменок результат сложения нормализованных величин показателей функциональной подготовленности достиг 3,72 усл. ед. Несколько меньшая сумма зарегистрирована у спортсменок I группы (2,81 усл. ед.) и у сверстниц, не занимающихся спортом (1,2 усл. ед.).



1 группа (I разряд - КМС), 2 группа (МС - МСМК), 3 группа (контрольная)

1. Сила правой кисти. 2. Сила левой кисти. 3. Скоростно-силовые возможности (статическое выпрыгивание). 4. Выносливость (PWC_{170}). 5. Аэробные возможности (VO_{2max}). 6. Анаэробные возможности (W_{max}). 7. Возбудимость нервной системы (ВПЗР). 8. Подвижность нервных процессов (теппинг-тест). 9. Лабильность нервной системы (КЧССМ). 10. Ситуативная тревожность по Спилбергу

Рис. 1. Функциональные профили» компонентов функциональной подготовленности у спортсменок разного уровня спортивной квалификации, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье (нормализованные величины)

В таблице 2 представлены параметры, отражающие морфофункциональный статус и мощность функционирования физиологических систем у спортсменок разной квалификации.

При сопоставлении функциональных показателей мощности средняя величина максимальной вентиляции легких (ММВ) у высококвалифицированных и квалифицированных спортсменок значительно отличалась ($P_{1-2} < 0,05$). В свою очередь не занимающиеся спортом сверстницы демонстрировали достоверно ($P_{2-3} < 0,05$) низкие значения этого показателя только по отношению к высококвалифицированным спортсменкам.

Таблица 2

Средние величины показателей функциональной мощности у спортсменок, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье разного уровня спортивной квалификации и сверстниц, не занимающихся спортом ($M \pm m$)

Показатели	Г Р У П П Ы (обследуемых)					
	1 (n=32)	2 (n=21)	3 (контрольная) (n=30)	P ₁₋₂	P ₁₋₃	P ₂₋₃
L, см	173,0 ± 1,6	174,7 ± 2,8	167,6 ± 5,2	r=0,53 p>0,05	r=0,99 p>0,05	r=1,20 p>0,05
P, кг	58,2 ± 1,9	62,1 ± 3,1	61,27 ± 8,4	r=1,07 p>0,05	r=0,36 p>0,05	r=0,09 p>0,05
VC, мл	4123,3 ± 176,0	4718,2 ± 131,6	3442,9 ± 240,1	r=2,71 p<0,05	r=2,29 p<0,01	r=4,66 p<0,001
MMV, л/мин	123,2 ± 3,2	132,9 ± 2,1	116,1 ± 3,1	r=2,53 p<0,01	r=1,59 p>0,05	r=4,49 p<0,001
W _{max} , кГм/мин	1163,6 ± 224,4	1235,7 ± 163,3	1041,7 ± 141,2	r=0,26 p>0,05	r=0,46 p>0,05	r=0,90 p>0,05
VO _{2max} , мл/мин	3150,0 ± 139,6	3596,4 ± 138,4	2761,1 ± 93,3	r=2,27 p<0,05	r=2,32 p<0,05	r=5,00 p<0,0001

Примечание: P₁₋₂ – достоверность различий между спортсменками 1 и 2 группы,

P₂₋₃ – достоверность различий между спортсменками 2 группы и не занимающимися спортом сверстницами (3 группа),

P₁₋₃ – достоверность различий между спортсменками 1 группы и не занимающимися спортом сверстницами (3 группа)

Средние показатели ЖЕЛ у исследуемых закономерно увеличиваются от группы не занимающихся спортом девушек к спортсменкам ($P < 0,05$).

Максимальная мощность непродолжительной мышечной работы (W_{max}) и максимальное потребление кислорода (VO_{2max}) также были больше у более квалифицированных спортсменок. В свою очередь не занимающиеся спортом сверстницы демонстрировали достоверно ($P < 0,05-0,0001$) низкие значения показателя (VO_{2max}) по отношению к квалифицированным спортсменкам обеих групп.

В таблице 3 показаны рассматриваемые параметры, характеризующие мобилизационные возможности функциональных систем у легкоатлеток с разным уровнем спортивной квалификации. Как показал сравнительный анализ полученных показателей, прирост ЧСС при физической нагрузке по отношению к исходному состоянию при реализации стандартной и максимальной мощности у высококвалифицированных и квалифицированных спортсменок был не значительным ($P > 0,05$). В свою очередь не занимающиеся спортом сверстницы демонстрировали достоверно низкие значения этих показателей по отношению к высококвалифицированным спортсменкам второй группы ($P_{2-3} < 0,05-0,001$) (таблица 3).

Величина VE_{max}/MMV во время предельной нагрузки у высококвалифицированных спортсменок была достоверно выше ($P < 0,001$) как в сравнении с квалифицированными многоборками первой группы, так и с группой не занимающихся спортом девушек ($P < 0,001$).

Таблица 3

Средние величины показателей функциональной мобилизации у спортсменок, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье разного уровня спортивной квалификации и сверстниц, не занимающихся спортом ($M \pm m$)

Показатели	Г Р У П П Ы (обследуемых)					
	1 (n=32)	2 (n=21)	3 (контрольная) (n=30)	P ₁₋₂	P ₁₋₃	P ₂₋₃
HR _{W1} /HR _{покоя} , %	136,0 ± 4,4	117,7 ± 11,7	161,3 ± 13,1	r=1,46 p>0,05	r=1,83 p>0,05	r=2,48 p<0,01
HR _{max} /HR _{покоя} , %	283,1 ± 11,7	294,2 ± 5,9	256,4 ± 8,2	r=0,85 p>0,05	r=1,87 p>0,05	r=3,74 p<0,001
VE _{max} /MMV, %	69,9 ± 1,8	83,9 ± 2,1	52,2 ± 3,4	r=5,06 p<0,001	r=4,60 p<0,001	r=7,93 p<0,001
V _{Tmax} /VC, %	56,5 ± 3,9	66,4 ± 5,9	44,9 ± 2,8	r=1,40 p>0,05	r=2,42 p<0,01	r=3,29 p<0,001
HR _{max} , уд/мин	187,9 ± 3,4	185,3 ± 1,6	180,4 ± 2,4	r=0,69 p>0,05	r=1,80 p>0,05	r=1,70 p>0,05

Примечание: P₁₋₂ – достоверность различий между спортсменками 1 и 2 группы,

P₂₋₃ – достоверность различий между спортсменками 2 группы и не занимающимися спортом сверстницами (3 группа),

P₁₋₃ – достоверность различий между спортсменками 1 группы и не занимающимися спортом сверстницами (3 группа)

Вместе с тем во время сопоставления показателей использования индивидуальной жизненной ёмкости лёгких (V_{Tmax}/VC) при мышечной работе предельной мощности было установлено, что между рассматриваемыми группами спортсменок различий в этом показателе не зарегистрировано. В то время как в группе не занимающихся спортом девушек эти показатели достоверно различались с результатами спортсменок обеих групп ($P<0,05-0,001$).

Показатели, представленные в таблице 4, демонстрируют, что средние значения величины ватт-пульса (W_{max}/HR_{max}) у легкоатлеток 2 группы превосходили параметры, продемонстрированные спортсменками 1 группы ($P<0,05$). Однако эти величины у наблюдаемых нами спортсменок различались с результатами, установленными у сверстниц, которые не занимались спортом ($P<0,05$).

Аналогичные сведения зарегистрированы и по следующим параметрам экономичности и эффективности функционирования – «кислородный пульс» (VO_{2max}/HR_{max}), который оказался значительно больше у спортсменок высокой квалификации ($P<0,001$).

Что касается такой величины как «кислородный эффект дыхательного цикла» (VO_{2max}/fb_{max}), то у высококвалифицированных легкоатлеток она в значительной степени превосходила таковую в группе квалифицированных многоборок ($P<0,001$). При этом рассматриваемый параметр у сверстниц, которые не занимались спортом, при сравнении с результатами, продемонстрированными высококвалифицированными легкоатлетками, оказался значительно меньше ($P<0,001$).

Таблица 4

Средние величины показателей функциональной устойчивости и экономичности у спортсменок, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье разного уровня спортивной квалификации и сверстниц, не занимающихся спортом ($M \pm m$)

Показатели	Г Р У П П Ы (обследуемых)					
	1 (n=32)	2 (n=21)	3 (контрольная) (n=30)	P ₁₋₂	P ₁₋₃	P ₂₋₃
ТА in., с	84,9 ± 7,2	101,2 ± 4,5	59,2 ± 3,8	r=1,92 p>0,05	r=3,16 p<0,005	r=7,13 p<0,001
ТА ex., с	46,9 ± 3,7	53,6 ± 7,5	31,1 ± 1,3	r=0,80 p>0,05	r=4,03 p<0,001	r=2,96 p<0,05
HR _{покоя} , уд/мин	67,4 ± 2,5	63,1 ± 1,5	75,5 ± 2,4	r=1,47 p>0,05	r=2,34 p<0,01	r=4,38 p<0,001
W _{max} /HR _{max} , кгм/уд/мин	6,2 ± 0,2	6,7 ± 0,1	5,37 ± 0,29	r=2,24 p<0,01	r=2,36 p<0,01	r=4,34 p<0,001
VO _{2max} /HR _{max} , мл/уд/мин	17,3 ± 0,3	19,4 ± 0,3	14,18 ± 0,29	r=4,95 p<0,001	r=7,48 p<0,001	r=12,51 p<0,001
VO _{2max} /fb _{max} , мл/цикл/мин	80,6 ± 1,8	93,8 ± 3,4	74,2 ± 4,3	r=3,43 p<0,001	r=1,37 p>0,05	r=3,58 p<0,001
VO _{2max} /W _{max} , мл/кгм/мин	2,8 ± 0,1	2,9 ± 0,1	2,39 ± 0,8	r=0,71 p>0,05	r=0,51 p>0,05	r=0,63 p>0,05
V _{Tmax} /fb _{max} , усл. ед.	49,8 ± 2,2	57,5 ± 2,4	42,2 ± 3,7	r=2,37 p<0,01	r=1,77 p>0,05	r=3,47 p<0,001

Примечание: P₁₋₂ – достоверность различий между спортсменками 1 и 2 группы,

P₂₋₃ – достоверность различий между спортсменками 2 группы и не занимающимися спортом сверстницами (3 группа),

P₁₋₃ – достоверность различий между спортсменками 1 группы и не занимающимися спортом сверстницами (3 группа)

Для оценки экономичности дыхательной системы в группах спортсменок, имеющих различный квалификационный статус, осуществлялось сравнение величин коэффициента соотношения объемных и временных значений внешнего дыхания, вычисляемый как сопоставление размера дыхательного объема к частоте дыхательных движений – V_{Tmax}/fb_{max} . Анализ данного параметра у наблюдаемого контингента выявил следующее: существенное повышение, с $49,8 \pm 2,2$ усл. ед. у легкоатлеток первой группы до $57,5 \pm 2,4$ у спортсменок из группы мастеров спорта и мастеров спорта международного класса ($P < 0,01$). Значимые изменения произошли и у девушек, не занимающихся спортом, по отношению к высококвалифицированным спортсменкам ($P < 0,001$).

Суммарная «площадь» - интегративный показатель, отражающий уровень функциональной подготовленности квалифицированных спортсменок определенно меньше (на 16,9 %), чем у спортсменок (рисунок 2) высшей квалификации и на 44 % больше, чем у не занимающихся спортом сверстниц.



1 группа (I разряд - КМС), 2 группа (МС - МСМК), 3 группа (контрольная)

1 – L; 2 – P; 3 – VC; 4 – MMV; 5 – W_{max} ; 6 – VO_{2max} ; 7 – $HR_{W1}/HR_{покоя}$; 8 – $HR_{max}/HR_{покоя}$; 9 – VE_{max}/MMV ; 10 – VT_{max}/VC ; 11 – HR_{max} ; 12 – $TA_{in.}$; 13 – $TA_{ex.}$; 14 – $HR_{покоя}$; 15 – W_{max}/HR_{max} ; 16 – VO_{2max}/HR_{max} ; 17 – VO_{2max}/fb_{max} ; 18 – $VO_{2max}/W_{max.}$; 19 – VT_{max}/fb_{max}

Рис. 2. «Профили» функциональных возможностей спортсменов, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье различной квалификации (нормализованные величины)

Если перенести «площади» функциональных возможностей спортсменов в цифровой вид [(получаемые путем суммирования значений всех изучаемых показателей (нормализованных)] в первой группе составил 6,67 усл. ед., тогда как во второй - 7,80 усл. ед. и в третьей (контрольной) - 5,42 усл. ед.

В качестве показателей физической работоспособности спортсменов разного уровня специальной спортивной квалификации мы выбрали два маркера – индекс гарвардского степ-теста (ИГСТ) и мощность мышечной работы, определяемой в тесте PWC_{170} . Как показали полученные данные, уровень физической работоспособности, продемонстрированный в гарвардском степ-тесте, был на 16,7 % выше у высококвалифицированных спортсменов ($P < 0,05$). Его средние значения у спортсменов первой группы составили $114,3 \pm 4,1$ усл.ед., во второй группе ИГСТ равнялся $133,4 \pm 5,2$ усл.ед.

Практически такая же ситуация сложилась и при сравнении средних величин физической работоспособности у спортсменов разной квалификации, но полученных в тесте PWC_{170} . У наблюдаемых спортсменов из первой группы значение физической работоспособности в среднем составило $875,2 \pm 46,5$ кГм/мин, тогда как у мастеров спорта и мастеров спорта международного класса оно равнялось $1012,6 \pm 49,3$ кГм/мин. То есть, превосходство в этом тесте составило 15,6 % ($P < 0,05$).

С целью выяснения значения различных функциональных характеристик для обеспечения физической работоспособности у наблюдаемых спортсменов был осуществлен корреляционный анализ, который позволил установить уровень взаимообусловленности физической работоспособности с этими показателями и, соответственно, характер ее взаимосвязи. Так, физическая работоспособность обладает существенными взаимосвязями с группой величин морфофункционального статуса организма, формирующих совокупность «мощности». При этом методический анализ взаимосвязей обнаружил характерные закономерности. В частности, в первой группе

исследуемых зафиксированы корреляционные взаимосвязи с параметрами MMV (0,847), VO_{2max} (0,769), HR_{max} (-0,779), достоверность ($P < 0,05$).

В то же время у высококвалифицированных спортсменов уровень физической работоспособности в тесте ИГСТ имеет достоверную взаимосвязь только с одним параметром функциональной мощности - VO_{2max} (0,849) ($P < 0,05$).

Три показателя функциональной экономичности-эффективности ($HR_{покоя}$, W_{max}/HR_{max} и VO_{2max}/HR_{max}) весьма существенно были взаимосвязаны с величиной ИГСТ. Коэффициенты корреляции соответственно составили (-0,605), (0,602) и (0,795) ($P < 0,05$).

Следует отметить, что у высококвалифицированных спортсменов зарегистрированы ещё более эксплицитные взаимосвязи величины ИГСТ с показателями функциональной экономичности-эффективности. Так были зафиксированы с W_{max}/HR_{max} (0,764), VO_{2max}/HR_{max} (0,889), достоверность ($P < 0,05$).

Результаты тестов на гипоксическую устойчивость, определяемую в пробах с задержкой дыхания и рассматриваемую нами в качестве показателей функциональной устойчивости обнаружили средние величины корреляционной взаимосвязи с величиной физической работоспособности в тесте ИГСТ с TA_{ex} (0,850) ($P < 0,05$) только у высококвалифицированных спортсменов.

Для оценки степени обусловленности физической работоспособности разными величинами качественных особенностей функциональной подготовленности у легкоатлетов принимались в расчет средние значения коэффициентов корреляции всех рассматриваемых параметров со степенью физической работоспособности в гарвардском степ-тесте. Данные значения рассчитывались путем деления суммы всех зафиксированных коэффициентов корреляции однозначной совокупности на количество этих переменных ($Xr = \sum r/n$). Данный коэффициент системно показывает уровень предопределенности значения физической работоспособности степенью группы показателей определенных категорий качественных характеристик функциональной подготовленности организма спортсменов (И.А. Фоменко, 2014; А.В. Кузнецов и соавт., 2016).

Величина Xr в наблюдаемых группах показала, что у квалифицированных спортсменов она имеет большую значимость для формирования физической работоспособности сравнительно с показателями других видов, интенсивностью функциональной устойчивости ($Xr = 0,514$) и в меньшей степени – детерминанты функциональной мощности ($Xr = 0,436$) и мобилизации ($Xr = 0,413$). При этом у высококвалифицированных легкоатлетов для формирования физической работоспособности преимущественную значимость имели показатели функциональной устойчивости ($Xr = 0,790$) и функциональной экономичности-эффективности ($Xr = 0,622$).

Как показал проведенный сравнительный анализ, установлены высокие взаимосвязи показателей, формирующих морфофункциональную мощность: MMV (0,929), W_{max} (0,707), VO_{2max} (0,936), с величиной физической работоспособности PWC_{170} ($P < 0,05$) у спортсменов 1 группы. Наиболее

существенной оказалась взаимосвязь величины показателя PWC_{170} с величиной ЧСС во время мышечной работы максимальной мощности (HR_{max}). У квалифицированных спортсменок эта связь выразилась в достоверном коэффициенте корреляции, равном $-0,856$ ($P < 0,05$). Сила корреляционной взаимосвязи этих параметров с PWC_{170} была существенно большей, чем с показателем ИГСТ.

У высококвалифицированных спортсменок уровень физической работоспособности в тесте PWC_{170} имел статистически значимую связь только с показателем категории функциональной мощности – с MMV , и составил величину $0,903$ ($P < 0,05$).

При оценке корреляционных взаимосвязей степень физической работоспособности и параметров, формирующих функциональную экономичность и эффективность, определена только в первой группе - W_{max}/HR_{max} ($0,802$), VO_{2max}/HR_{max} ($0,938$) ($P < 0,05$).

При проведении сопоставительного анализа корреляционных взаимосвязей показателей функциональной устойчивости с показателем физической работоспособности в тесте PWC_{170} была установлена высокая взаимосвязь только с показателем (TA_{ex}) ($0,970$) у спортсменок 2 группы ($P < 0,05$).

Сравнительный анализ усредненных величин коэффициентов корреляции (Xr) в рассматриваемых группах подтвердил, что у спортсменок 1 группы физическая работоспособность в тесте PWC_{170} практически в равной степени обуславливается параметрами всех четырех категорийных групп (функциональной мобилизации - $Xr=0,362$; устойчивости - $Xr=0,444$; экономичности-эффективности - $Xr=0,406$), при некотором преобладании факторов функциональной мощности ($Xr=0,523$). У высококвалифицированных спортсменок обеспечение физической работоспособности обуславливается в равной мере значениями функциональной мощности ($Xr = 0,484$), функциональной мобилизации ($Xr = 0,480$), функциональной экономичности-эффективности ($Xr = 0,430$), при значительном доминировании функциональной устойчивости ($Xr=0,826$).

ВЫВОДЫ

1. Уровень параметров основных компонентов функциональной подготовленности квалифицированных спортсменок, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье, как в интегративном выражении, так и по отдельным показателям, различается в зависимости от степени адаптированности к специфическим физическим нагрузкам.

2. У высококвалифицированных спортсменок наблюдается высокий уровень параметров двигательного (15,7 %), энергетического (14,2 %), нейродинамического (11,2 %) и психологического (21,5 %) компонентов функциональной подготовленности, что выражается в лучших показателях силовых возможностей, двигательной выносливости, аэробной производительности, подвижности нервных процессов и величиной ситуативной тревожности.

3. У квалифицированных спортсменов (первый разряд и кандидаты в мастера спорта) регуляторный компонент функциональной подготовленности выражается сравнительно малой степенью напряженности регуляторных механизмов (состояние уравновешенности влияний со стороны симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы при наблюдающихся случаях как симпатикотонии, так парасимпатикотонии) и меньшими показателями регулирующих воздействий на организм, что демонстрирует относительно небольшой уровень функциональных возможностей ряда физиологических систем.

4. У высококвалифицированных спортсменов отмечается значительный уровень напряженности регуляторных механизмов и весьма высокий порядок регулирующих воздействий на физиологические системы (величина «мощности корреляции» – 4,62 усл. ед.), что указывает на существенную степень функциональной оптимизации, которая выстраивает эффективную конструкцию вегетативного сопровождения мышечного функционирования (парасимпатикотония), формируя объемные функциональные возможности организма.

5. Качественные характеристики функциональной подготовленности у высококвалифицированных спортсменов, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье, характеризуются более высоким уровнем параметров морфофункциональной мощности: жизненной емкости легких (VC), максимальной вентиляции легких – (MMV), максимального потребления кислорода (VO_{2max}); функциональной мобилизации: показатель использования максимальной вентиляции легких при максимальной мощности мышечной работы (VE_{max}/MMV) и функциональной экономичности-эффективности: ватт – пульс при максимальной мышечной работе (W_{max}/HR_{max}), кислородный пульс при максимальной мышечной работе (VO_{2max}/HR_{max}), кислородный эффект дыхательного цикла при максимальной мышечной работе (VO_{2max}/fb_{max}), коэффициент соотношения объемно-временных параметров паттерна дыхания (VT_{max}/fb_{max}); тогда как параметры функциональной устойчивости организма спортсменов разного квалификационного уровня по своим средним значениям существенно не различаются.

6. У высококвалифицированных спортсменов, занимающихся легкоатлетическим многоборьем, наибольшее значение в обеспечении физической работоспособности, устанавливаемое в гарвардском степ-тесте, имеют показатели функциональной экономичности-эффективности: ватт – пульс при максимальной мышечной работе – W_{max}/HR_{max} ($Xr=0,764$), кислородный пульс при максимальной мышечной работе – VO_{2max}/HR_{max} ($Xr=0,889$); функциональной мощности: максимальное потребление кислорода – VO_{2max} ($Xr=0,849$) и, в определенной степени, величины функциональной устойчивости: время задержки дыхания на выдохе – TA_{ex} ($Xr=0,850$); тогда как у менее подготовленных легкоатлетов для её обеспечения доминирующее значение имеют только параметры функциональной экономичности-эффективности: ватт – пульс при максимальной мышечной работе – W_{max}/HR_{max} ($Xr=0,602$), кислородный пульс при максимальной мышечной работе – VO_{2max}/HR_{max} ($Xr=0,795$), частота сердечных сокращений в состоянии

покоя – $HR_{\text{покоя}}$ ($Xr = -0,605$); функциональной мощности: максимальное потребление кислорода – $VO_{2\text{max}}$ ($Xr = 0,769$), максимальная вентиляция легких – MMV ($Xr = 0,847$), частота сердечных сокращений при максимальной мощности мышечной работы – HR_{max} ($Xr = -0,779$).

7. У спортсменов более высокой квалификации физическая работоспособность, определяемая в тесте PWC_{170} , обуславливается в равной мере влиянием всех параметров функциональной подготовленности при доминирующей роли параметров функциональной устойчивости: время задержки дыхания на выдохе – TA_{ex} ($Xr = 0,970$) и функциональной мощности: максимальная вентиляция легких – MMV ($Xr = 0,903$); тогда как у менее подготовленных спортсменов физическая работоспособность определяется практически в равной мере показателями всех категорийных групп при относительно большем значении параметров функциональной мощности: максимальное потребление кислорода – $VO_{2\text{max}}$ ($Xr = 0,936$), максимальная вентиляция легких – MMV ($Xr = 0,929$), частота сердечных сокращений при максимальной мощности мышечной работы – HR_{max} ($Xr = -0,856$), мощность максимальной мышечной нагрузки – W_{max} ($Xr = 0,707$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Полученные в исследовании результаты позволяют предложить следующие практические рекомендации:

1. Для оценки функциональной подготовленности спортсменов, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье, наравне с абсолютной величиной физической работоспособности как интегративного её выразителя, рекомендуется использовать показатели таких функциональных свойств (качественных характеристик подготовленности), как мощность, мобилизация, устойчивость и экономичность-эффективность.

2. Рекомендуется дифференцировать отбор показателей для оценки функциональной подготовленности в процессе проведения комплексного контроля в соответствии с их ролью в обеспечении физической работоспособности спортсменов различного уровня адаптированности, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье.

3. При диагностике функционального состояния и функциональной подготовленности спортсменов, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье, рекомендуется оценивать напряженность регуляторных механизмов при помощи метода определения степени тесноты межпараметрических взаимосвязей, позволяющего качественно охарактеризовать физиологическую «стоимость» адаптации.

4. Результаты исследования рекомендуется использовать в учебном процессе в вузах физической культуры, при повышении квалификации и переподготовке тренеров для освоения материала по дисциплинам «Спортивная физиология», «Спортивная медицина», «Теория и методика избранного вида спорта (легкая атлетика)».

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ

1. Чернова, Т.С. Особенности соматического типа высококвалифицированных легкоатлетов, специализирующихся в семиборье / Т.С. Чернова,

Г.Д. Алексанянц, Т.Г. Гричанова // Физическая культура, спорт – наука и практика. – 2013. – № 4. – С. 71–73.

2. Чернова, Т.С. Показатели функциональной подготовленности в обеспечении физической работоспособности спортсменок разной квалификации / Т.С. Чернова, Г.Д. Алексанянц // Физическая культура, спорт – наука и практика. – 2017. – № 1. – С. 71–80.

3. Чернова, Т.С. Структура функциональной подготовленности спортсменок, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье разной спортивной квалификации / Т.С. Чернова // Вестник Адыгейского государственного университета. – 2017. – № 3 (206). – С. 42–50.

4. Чернова, Т.С. Качественные характеристики функциональной подготовленности спортсменок разного уровня спортивной квалификации, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье / Т.С. Чернова, Г.Д. Алексанянц // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2017. – Т. 12. – № 2. – С. 234–245.

5. Чернова, Т.С. Некоторые показатели функциональной подготовленности в обеспечении физической работоспособности спортсменок, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье / Т.С. Чернова, О.А. Медведева, Г.Д. Алексанянц // Физическое воспитание и спортивная тренировка. – 2019. – № 4 (30). – С. 76–91.

6. Чернова, Т.С. Физиологические особенности и качественные характеристики функциональной подготовленности спортсменок, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье, заинтересованных в реализации специфических видов моторики / Т.С. Чернова, О.А. Медведева, Г.Д. Алексанянц // Физическое воспитание и спортивная тренировка. – 2020. – № 1 (31). – С. 100–106.

Статья, опубликованная в журнале, рекомендованном ВАК РФ и в издании, индексируемом SCOPUS

7. Чернова, Т.С. Особенности функциональной подготовленности спортсменок разной спортивной квалификации, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье / Г.Д. Алексанянц, О.А. Медведева, Т.С. Чернова // Теория и практика физической культуры. – 2018. – № 12 (966). – С. 94–97.

Статьи и тезисы в сборниках материалов международных и российских научных конференций

8. Чернова, Т.С. Особенности функционального состояния девушек, занимающихся легкой атлетикой / Г.Д. Алексанянц, Т.Г. Гричанова, Т.С. Чернова // Современные проблемы экспериментальной и клинической медицины: материалы научной международной конференции (Бангкок, Паттая (Таиланд), 20–30 декабря 2009 г.). – Бангкок: Современные наукоемкие технологии, – 2009. – № 12. – С. 46.

9. Чернова, Т.С. Морфологические особенности спортсменок, специализирующихся в легкоатлетическом семиборье / Г.Д. Алексанянц, Т.Г. Гричанова, В.Л. Соколов, Т.С. Чернова // Материалы научной и научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма (Краснодар, 20 апреля – 12 мая 2010 г.). – Краснодар: КГУФКСТ. – 2010. – № 1. – С. 226–228.

10. Чернова, Т.С. Влияние соматического типа высококвалифицированных спортсменок, специализирующихся в семиборье, на спортивные результаты / Г.Д. Алексанянц, Т.С. Чернова // Материалы научной и научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма (Краснодар, 15–27 мая 2014 г.). – Краснодар: КГУФКСТ. – 2014. – № 1. – С. 99–100.

11. Чернова, Т.С. Особенности функционального состояния сердечно-сосудистой системы у высококвалифицированных легкоатлеток, специализирующихся в семиборье / Т.С. Чернова // Материалы ежегодной отчетной научной конференции

аспирантов и соискателей Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма (Краснодар, 29 апреля 2016 г.). – Краснодар: КГУФКСТ. – 2016. – № 1. – С. 261–265.

12. Chernova, T.S. Basic hemodynamic parameters in highly skilled athletes, specializing in heptathlon / T.S. Chernova // *International Journal of Applied and Fundamental Research*. – 2016. – № 1 – P.2. URL: www.science-sd.com/463-24952 (15.06.2020).

13. Чернова, Т.С. Реакция сердечно-сосудистой системы на стандартную физическую нагрузку у высококвалифицированных легкоатлетов, специализирующихся в семиборье / Т.С. Чернова. В книге: Тезисы докладов XXXXIII научной конференции студентов и молодых ученых Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма (Краснодар, январь – март 2016 г.). – Краснодар: КГУФКСТ. – 2016. – Ч. I. – С. 31–32.

14. Чернова, Т.С. Качественные параметры функциональной подготовленности спортсменов разной квалификации, занимающихся легкоатлетическим многоборьем / Т.С. Чернова, Г.Д. Алексанянц // *Материалы ежегодной отчетной научной конференции аспирантов и соискателей Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма* (Краснодар, 18 апреля 2017 г.). – Краснодар: КГУФКСТ. – 2017. – № 1. – С. 347–354.

15. Чернова, Т.С. Некоторые компоненты функциональной подготовленности спортсменов разной квалификации, занимающихся легкоатлетическим многоборьем / Т.С. Чернова, Г.Д. Алексанянц // *Материалы ежегодной отчетной научной конференции аспирантов и соискателей Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма*. – 2018. – № 1. – С. 227–230.

16. Чернова, Т.С. Регуляторный компонент функциональной подготовленности спортсменов, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье, разной спортивной квалификации / Т.С. Чернова, О.А. Медведева, Г.Д. Алексанянц // *Роль естествознания и технических наук в современном обществе: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции* (Белгород, 27 сентября 2018 г.). – Белгород: АПНИ, 2018. – С. 43–47.

17. Чернова, Т.С. Некоторые показатели функциональной устойчивости спортсменов, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье, разной спортивной квалификации / Т.С. Чернова, О.А. Медведева, Г.Д. Алексанянц // *Взаимодействие науки и общества: проблемы и перспективы: сборник статей Международной научно-практической конференции* (Челябинск, 4 октября 2018 г.). – Уфа: ОМЕГА САЙНС, 2018. – Ч. I. – С. 14–19.

18. Чернова, Т.С. Физиологические особенности функциональной подготовленности спортсменов, специализирующихся в легкоатлетическом многоборье / Т.С. Чернова, О.А. Медведева, Г.Д. Алексанянц // *Физическая культура и спорт. Олимпийское образование // материалы международной научно-практической конференции* / ред. кол.: А.И. Погребной и др.. – Краснодар: КГУФКСТ. – 2020. – С. 86–88.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

L , см	длина тела
P , кг	масса тела
VC , мл	жизненная емкость легких (ЖЕЛ)
MMV , л/мин	максимальная вентиляция легких
f_b , цикл/мин	частота дыхания
$f_{b_{max}}$, цикл/мин	частота дыхания при максимальной мышечной нагрузке
$HR_{покоя}$, уд/мин	частота сердечных сокращений в состоянии покоя
HR_{max} , уд/мин	частота сердечных сокращений при максимальной мощности мышечной работы
HR_{W1} , уд/мин	частота сердечных сокращений на первой минуте мышечной работы стандартной мощности
$HR_{max}/HR_{покоя}$, %	увеличение частоты сердечных сокращений при максимальной мощности мышечной работы относительно состояния покоя
$HR_{W1}/HR_{покоя}$, %	увеличение частоты сердечных сокращений при мышечной работе стандартной мощности относительно состояния покоя
PWC_{170} , кгМ/мин	мощность физической работоспособности при частоте сердечных сокращений, равной 170 уд/мин
$TA_{in.}$, с	время задержки дыхания на вдохе
$TA_{ex.}$, с	время задержки дыхания на выдохе
VE_{max} , л/мин	величина легочной вентиляции при максимальной мышечной работе
VE_{max}/MMV , %	процент использования максимальной вентиляции лёгких при максимальной мощности мышечной работы
$V_{T_{max}}/VC$, %	процент использования жизненной ёмкости лёгких при максимальной мощности мышечной работы
VO_{2max}/W_{max} , мл/кгМ/мин	потребление кислорода на единицу работы при максимальной мышечной работе
VO_{2max} , мл/мин	максимальное потребление кислорода
$VO_{2max}/f_{b_{max}}$, мл/цикл/мин	кислородный эффект дыхательного цикла при максимальной мышечной работе
VO_{2max}/HR_{max} , мл/уд/мин	кислородный пульс при максимальной мышечной работе
V_T , мл	величина дыхательного объема
$V_{T_{max}}$, мл	дыхательный объем при максимальной мышечной работе
$V_{T_{max}}/f_{b_{max}}$, усл.ед.	коэффициент соотношения объёмно-временных параметров паттерна дыхания
W_{W1}	мышечная нагрузка стандартной мощности
W_{max}	мощность максимальной мышечной нагрузки
W_{max}/HR_{max} , кгМ/уд/мин	ватт-пульс при максимальной мышечной работе
X_r	среднее значение коэффициентов корреляции группы показателей
ИГСТ	индекс гарвардского степ-теста
ВПЗР, мс	время простой зрительной реакции
КЧССМ, Гц	критическая частота слияния световых мельканий
ВИК, усл.ед.	вегетативный индекс Кердо
КМС	кандидат в мастера спорта
МС	мастер спорта
МСМК	мастер спорта международного класса