

На правах рукописи

БОЧАРОВ
Михаил Владимирович

**ВЗАИМОСВЯЗЬ РЕГУЛЯТОРНЫХ МЕХАНИЗМОВ
СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И СИСТЕМЫ КРОВИ
У ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ-БОРЦОВ**

14.03.11 – Восстановительная медицина, спортивная медицина,
лечебная физкультура, курортология и физиотерапия

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва – 2016

Диссертационная работа выполнена на кафедре теории физической культуры Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского».

Научный руководитель:

Викулов Александр Демьянович – доктор биологических наук, профессор, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского» – декан факультета физической культуры Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского»

Оппоненты:

Шкробко Александр Николаевич – доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ярославский государственный медицинский университет", Министерство здравоохранения Российской Федерации, заведующий кафедрой лечебной физкультуры и врачебного контроля с физиотерапией

Арансон Максим Всеволодович – кандидат биологических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» (ФГБУ ФНЦ ВНИИФК), Министерство спорта Российской Федерации, ведущий научный сотрудник отдела обобщения зарубежного опыта подготовки в олимпийских видах спорта

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится «14» декабря 2016 г. в 16 часов на заседании диссертационного совета Д 311.002.01 на базе ФГБУ «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» (ФГБУ ФНЦ ВНИИФК) Министерство спорта Российской Федерации по адресу: 105005, Москва, Елизаветинский переулок, 10, стр. 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте http://www.vniifk.ru/bocharov_mv.php ФГБУ ФНЦ ВНИИФК.

Автореферат разослан «__» _____ 2016 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат медицинских наук, доцент

САФОНОВ Леонид Вячеславович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Одним из важнейших эволюционно выработанных и наследственно закрепленных свойств живого организма является обеспечение постоянства внутренней среды – гомеостаза. Адаптивные гомеостатические реакции осуществляются согласованным управлением ряда физиологических систем посредством иерархии нервной регуляции и эндокринных факторов (Кассиль Г. Н., 1983; Меерсон Ф. З., Пшенникова М. Г., 1988; Солодков А. С., 2000; Уилмор Дж. Х., Костин Д. Л., 2001). Спортивная медицина – наука управления параметрами гомеостаза у спортсменов при формировании адаптации и дезадаптации к тренировкам с целью сохранения или восстановления нарушенного здоровья (Сокрут В. Н. и др., 2011). Спортивную медицину (СМ) в настоящее время представляют как «отрасль медицины, изучающей влияние физической культуры и спорта на здоровье, физическое развитие и физические возможности организма».

Ведущим направлением в спортивной медицине является профилактическое, которое направлено на развитие физических и функциональных свойств организма, нормализацию реактивности и повышение неспецифической резистентности организма. Профилактическая направленность спортивной медицины тесно связана с особенностями современного спорта (Макарова Г. А., Юрьев С. Ю., 2015). Предлагается, что первым шагом в создании профилактического направления спортивной медицины должно быть обоснование комплексов внутренних и внешних факторов риска сначала применительно к отдельным проблемам спортивной медицины, а затем такое обоснование применительно к разным видам спорта.

В последние годы неоднократно ставился вопрос о необходимости максимального расширения перечня регистрируемых у спортсменов клинико-лабораторных и, в первую очередь, биохимических, показателей крови, анализ которых позволяет специалистам скрупулезно оценивать способности процесса постнагрузочного восстановления, своевременно регламентировать тренировочные нагрузки, прогнозировать уровень спортивных достижений и т. п. (Макарова Г. А. и др., 2013). Сегодня нужны: адаптация содержания клинико-лабораторного обследования к задачам

отдельных этапов годичного тренировочного цикла; уточнение принципов интерпретации каждого из критериев; учет стандартных и нестандартных причин их аномальных величин.

Становится актуальной разработка функциональных систем, обладающих индикаторными свойствами относительно адапционных процессов, тем более, что участие в них охватывает практически все морфофункциональные системы организма на всех уровнях его организации. Наиболее практически значимыми в этом аспекте могут стать, очевидно, те функциональные системы, элементы которых не только по возможности полно характеризуют систему, но и легко доступны для динамического исследования. С этой точки зрения, показатели нейрогуморальной регуляции со стороны автономной нервной системы и показатели крови представляются наиболее перспективными для оценки уровня и напряженности протекания адапционных процессов в организме (Дубенская Л. И. и др., 2003).

Физические нагрузки закономерно повышают кислородный запрос тканей. Эффективность спортивной деятельности в значительной мере определяется оптимальной работой кардиореспираторной системы. Особенно эта закономерность проявляется в так называемых циклических видах спорта, требующих длительной работы в зоне большой и умеренной мощности (McArdle W. D. et al., 1986; Тамбовцева Р. В., 2003; Макарова Г. А., 2006). Совершенно иная ситуация характерна для так называемых ациклических видов спорта (например, борьба), связанных в основном с развитием скоростно-силовых качеств и выполнением краткосрочных нагрузок максимальной и субмаксимальной мощности. Развитие скоростно-силовых качеств сопряжено с адаптивной гипертрофией систем анаэробной энергопродукции. Тем не менее, развитие механизмов аэробной энергопродукции является неспецифическим следствием регулярных физических нагрузок вне зависимости от общей направленности тренировочного процесса (Меерсон Ф. З., Пшенникова М. Г., 1986; Cox A., Ryne D., 2007; Eagle R. A. et al., 2009). Именно поэтому проблема циркуляторного обеспечения транспорта кислорода является фундаментальной для современной физиологии спорта и спортивной медицины.

Сегодня большой популярностью среди молодежи пользуются занятия единоборствами. Учитывая массовость данного явления, все вышесказанное в значительной степени справедливо для значительного контингента детей и подростков.

Учитывая специфику требований борцовского поединка к энергообеспечению работы, большую роль играет вовлечение такого «резервного» источника энергообеспечения работы, как анаэробные гликолитические процессы (Акражанов Б. К. и др., 1991; Дадаян А. Д., 1996; Шиян В. В., 1997). Некоторые специалисты считают, что вклад анаэробной продукции на 70–90% покрывает все запросы соревновательной деятельности борцов, что, однако, не снижает требований к высокой аэробной мощности, учитывая общую длительность схватки (Дахновский В. С., Лященко С. С., 1989; Draper P. N. et al., 1998). Известно, что развитие анаэробной системы у подростков и младших школьников существенно отстает от аэробной (Гольдберг, Н. Д., Дондуковская Р. Р., 2012). С учетом этого обстоятельства, требуются грамотные подходы по развитию анаэробной производительности в учебно-тренировочном процессе юных спортсменов, высокие требования должны быть предъявлены к текущему и оперативному врачебному контролю за занимающимися юными спортсменами.

Все вышесказанное и побудило к проведению настоящего исследования.

Целью исследования стало исследование межсистемных взаимосвязей показателей регуляторных механизмов сердечной деятельности и показателей системы крови у спортсменов-борцов.

Для достижения цели решались следующие **задачи**:

1) провести сравнительное исследование типа регулирующих влияний автономной нервной системы (АНС) у спортсменов с анаэробным и аэробным режимами мышечной деятельности;

2) исследовать состояние клеточного состава крови у спортсменов с анаэробным и аэробным режимами мышечной деятельности;

3) изучить корреляционные связи показателей variability сердечного ритма и концентрации разных популяций лейкоцитов у

спортсменов с анаэробным и аэробным режимами мышечной деятельности;

4) исследовать степень связи показателей функционального состояния организма спортсменов с анаэробным и аэробным режимами мышечной деятельности и физической работоспособностью спортсменов.

Гипотеза исследования. Предполагается, что у спортсменов с преимущественным проявлением анаэробных режимов мышечной деятельности (борцов) связаны регуляторные механизмы сердечной деятельности и системы крови, что является основой физиологического резерва для выполнения работы анаэробно-аэробного характера.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в том, что получены новые оригинальные научные данные, отражающие физиологические механизмы, лежащие в основе перестройки автономной нервной системы под влиянием физической тренировки анаэробной направленности. Показано, что такие перестройки носят сопряженный характер с перестройками в системе крови. Новым является установленный факт, что умеренная симпатикотония у спортсменов-борцов с преимущественным проявлением анаэробных механизмов энергообеспечения сочетается со сниженными значениями концентрации эритроцитов, гемоглобина крови, гематокритного показателя, что представляет собой значительный физиологический резерв для выполнения взрывной работы анаэробно-аэробного характера. Показано, что у спортсменов-борцов общая неспецифическая реакция организма характеризовалась связью тонуса автономной нервной системы и содержания лимфоцитов в крови. Все перечисленные физиологические механизмы долговременной адаптации организма человека к мышечным нагрузкам обладают научной новизной не только в масштабах отрасли (физиологии спорта), но и важны как новые факты в физиологии человека.

Теоретическая и практическая значимость исследования заключается, прежде всего, в том, что проведенное научное исследование в значительной мере пополнило существующее научное знание о физиологических механизмах долговременной адаптации организма человека к физическим нагрузкам.

Установленные и изложенные в диссертации факты могут быть использованы в практике врачебно-педагогического контроля спортсменов, а также физически активных лиц, занимающихся регулярно физическими упражнениями с оздоровительной и лечебной целями. Регулярный мониторинг состояния здоровья спортсменов с включением в него показателей нейрогуморальной регуляции сердечной деятельности и морфологического состава крови должен стать важным звеном в физиологическом обосновании нагрузок.

Выявленные закономерности могут быть использованы в процессе преподавания ряда учебных дисциплин в вузах и на факультетах физической культуры (физиология физического воспитания и спорта, спортивная медицина, врачебный контроль, частные спортивно-педагогические дисциплины – легкая атлетика, плавание, лыжный спорт, дисциплины по выбору, дисциплины специализации «Основы спортивной подготовки» и др.). Материалы диссертации могут быть включены в содержание учебников и учебных пособий для студентов физкультурных специальностей.

Проведенное диссертационное исследование открывает новые перспективы научных исследований в этом направлении; в частности, комплексные исследования, предполагающие изучение системной гемодинамики, микрогемоциркуляции, морфофункциональных перестроек в деятельности сердца, изменений в системе крови. Такой подход позволит не только установить межсистемные взаимосвязи, но и, возможно, дать новое понимание физиологических механизмов долговременной адаптации организма человека к физическим нагрузкам.

Положения, выносимые на защиту:

1. Физиологические перестройки в деятельности автономной нервной системы у спортсменов в состоянии относительного покоя носят сопряженный характер с перестройками в системе крови и направлены, прежде всего, на реализацию кислородного обеспечения организма.

2. Умеренная симпатикотония. относительно низкие величины гематокритного показателя, стабильность среднего содержания и средней концентрации гемоглобина в эритроцитах, устойчивые связи показателей симпатической регуляции с гематокритом, гемоглобином

крови у спортсменов-борцов в покое лежат в основе высокого уровня физической работоспособности и физиологического резерва для выполнения работы анаэробно-аэробного характера.

3. Неспецифическая адаптационная реакция организма спортсменов-борцов в покое в состоянии «адаптивной нормы» поддерживается тонусом автономной нервной системы, его связями с показателями лейкоцитов (прежде всего, сегментоядерных нейтрофилов и лимфоцитов).

Степень достоверности и апробация материалов диссертационного исследования. Надежность, достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались посредством реализации методологических, логико-научных принципов и соблюдением нормативов теоретического и эмпирического исследования. В работе использованы адекватные целям и задачам исследования методы и методики сбора данных. Основой для выводов послужили результаты математико-статистической обработки данных, В частности, достоверность различий между показателями определялась с использованием t -критерия Стьюдента (при условии нормального распределения) и критерия Манна – Уитни (в случае отклонения от нормального распределения).

По теме диссертации опубликовано 7 работ, в том числе – 3 научных статьи в рецензируемых журналах ВАК РФ. Материалы диссертации доложены и обсуждены на научных конференциях Ярославского государственного педагогического университета (2009–2011 гг.), на II Всероссийской научно-практической конференции «Психолого-педагогические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта» (г. Челябинск, 2010 г.), на VI Всероссийской с международным участием школе-конференции «Системные и клеточные механизмы в физиологии двигательной системы и мышечной деятельности» (Москва, 2011 г.), на Всероссийской заочной научно-практической конференции «Современные проблемы здоровья» (г. Челябинск, 2012 г.).

Личное участие автора. Автором диссертации лично выполнен теоретический анализ проблемы диссертационного исследования. В ходе работы над диссертацией им сформулированы цель и задачи

исследования, выбраны методы исследования. Диссертант в совершенстве овладел методом кардиоритмографии, освоил методы математико-статистической обработки полученных результатов исследования. Им выполнена организация экспериментального наблюдения, сформированы контрольная и экспериментальная группы спортсменов. Диссертантом проведена лично большая работа с родителями, в каждом отдельном случае получено письменное согласие родителей на участие их детей, спортсменов-подростков в экспериментальном исследовании, участники эксперимента подробно информированы о задачах и содержании научного исследования. При личном непосредственном участии автора диссертации проведено исследование и получены фактические данные. Оформление диссертации, автореферата, подготовка публикаций по результатам исследования выполнены лично самим диссертантом.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 111 страницах машинописного текста и состоит из: введения, главы с описанием организации исследования и методов, главы с описанием результатов собственных исследований, главы с обсуждением полученных данных, заключения, списка использованной литературы, иллюстрирована 14 таблицами и 20 рисунками. Библиографический список включает 218 источников (168 отечественных источников и 50 иностранных источников) публикаций.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Организация исследования и методы

Для решения поставленных задач были сформированы группы спортсменов, лиц мужского пола (возраст 16–17 лет), занимающихся греко-римской борьбой ($n = 28$), циклическими видами спорта ($n = 20$; лыжный спорт, плавание, легкая атлетика). Спортсмены-борцы относились к группе спортсменов с преимущественным проявлением анаэробных режимов мышечной деятельности. Спортсмены циклических видов спорта представляли группу лиц с преимущественным проявлением аэробного режима мышечной деятельности. Контрольную группу составили практически здоровые лица такого же возраста, не занимающиеся спортом ($n = 31$), имеющие нормальное физическое развитие и физические кондиции. Квалификация спортсменов – от первого спортивного разряда до

мастера спорта России, согласно Всероссийской Единой спортивной классификации.

Индекс аэробной физической работоспособности – PWC170 – определялся с помощью ступенчато-возрастающего теста на велоэргометре «Kettler FX1» до уровня ЧСС = 170 уд/мин.

Морфологический состав крови определяли с использованием гематологического анализатора СА620 А/О Юнимед. Определяли: концентрацию эритроцитов, $\cdot 10^9$ /л (RBC); концентрацию гемоглобина, г/л (HGB); гематокрит, % (HGT); средний объем эритроцитов, фл (MCV); среднее содержание гемоглобина в эритроците, (MCH); среднюю концентрацию гемоглобина в эритроците, г/л (MCHC); концентрацию лейкоцитов, $\cdot 10^9$ /л (WBC); количество моноцитов, $\cdot 10^9$ /л (MON); количество сегментоядерных нейтрофилов, % (NEU); количество лимфоцитов, % (LYM);

Анализ variability сердечного ритма проведен с использованием аппаратно-программного комплекса «ВНС-Спектр» фирмы «НейроСофт» (Россия, г. Иваново). Лицензия №00637 от 15.01.2000. Выполнена 5-минутная запись.

У исследуемых проводился анамнез: достаточность сна, самочувствие, характер предшествующих эмоциональных и физических нагрузок. При анализе ВСП применены статистические методы анализа изменений длительности последовательных интервалов R-R между нормальными синусовыми кардиоциклами с вычислением различных коэффициентов.

Получены следующие параметры: частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин); SDNN (Standart Deviation of al NN intervals) – стандартное отклонение всех NN интервалов – квадратный корень дисперсии. Оценивались: HRVt.i. – триангулярный индекс (HRV triangular index); энтропия, рассчитанная по формуле Шеннона: Проведен спектральный анализ ВСП.

Определяли следующие параметры: (1) высокочастотные колебания (ВЧ или HF – high frequency), характеризующие уровень активности парасимпатического звена регуляции; (2) низкочастотные колебания (НЧ или LF – low frequency), характеризующие относительный уровень активности вазомоторного центра (3) очень низкочастотные колебания (ОНЧ или VLF – very low frequency),

характеризующие уровень активности симпатического звена регуляции; (4) LF/HF (характеризующее соотношение или баланс симпатических и парасимпатических влияний); (5) общая мощность спектра (ОМС или TP – total power), отражающую суммарную активность вегетативного воздействия на сердечный ритм.

Выполнены критерии оценки ВСР во временной области. Определены следующие параметры: (1) мода (M_0) – наиболее часто встречающиеся значения R-R, указывающие на доминирующий уровень функционирования синусового узла. При симпатикотонии M_0 меньше, при ваготонии – больше; (2) амплитуда моды (AM_0) – число кардиоинтервалов (в %), соответствующих диапазону моды, отражающее меру мобилизирующего влияния симпатического отдела; (3) индекс напряжения регуляторных систем (ИН):

Выполнено тестирование по показателям специальной подготовленности: бег на время 800 м и 60 м; подтягивание; бросок чучела прогибом, максимальное количество раз; забегание на мосту переверотом 30 секунд, максимальное количество раз; бросок через бедро за руку, максимальное количество раз; «маятник» с партнером 30 секунд, максимальное количество раз.

Статистическая обработка полученных результатов исследования выполнена на персональном компьютере в программе «Статистика 6.1» (серия 1203d; лицензия 4RMJTQJ68 @StatSoft©Russia). В случайных выборках рассчитаны: выборочное среднее (M), стандартное отклонение (σ). Нормальность распределения определена по критерию Шапиро – Уилки. Достоверность различий между показателями определена с использованием t-критерия Стьюдента (при условии нормального распределения) и Манна–Уитни (в случае отклонения от нормального распределения). Рассчитан коэффициент ранговой корреляции (по Спирмену). Выполнен регрессионный анализ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При анализе аэробного потенциала спортсменов, имеющих разную направленность тренировочного процесса, было установлено, что по сравнению с данными группы контроля величина максимального потребления кислорода (МПК) была значительно выше в обеих группах спортсменов. Так в группе 1 (спортсменов-борцов) она в среднем составила $52,12 \pm 1,32$ мл O_2 /кг/мин, что на 21% ($p < 0,05$)

выше, чем у лиц контрольной группы ($43,18 \pm 1,88$ млО₂/кг/мин). Спортсмены, в тренировочном процессе которых представлены в основном нагрузки, развивающие выносливость, имели МПК в среднем по группе наблюдения $57,84 \pm 1,68$ млО₂/кг/мин. Эта величина была не только на 34% больше чем в у лиц контрольной группы, но и на 11% ($p < 0,05$) превышала данный показатель спортсменов группы 1 (Рисунок 1).

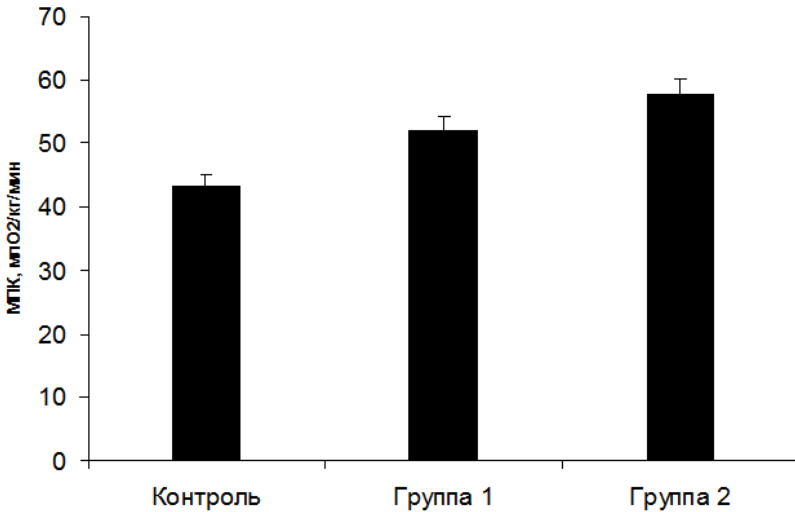


Рисунок 1 – Показатель МПК в разных группах наблюдений

При реакции на велоэргометрическую нагрузку мощностью 160 Вт в группе спортсменов-борцов отмечалась одновременная активация центрального и симпатического отделов регуляции. По мнению Н. И. Шлык с соавт. (2008), такой тип реакции можно отнести к условной норме, так как энергетические затраты на адаптацию не экономичны. Напротив, у спортсменов-лыжников срочная адаптация к однократной мышечной нагрузке характеризовалась активацией симпатического отдела на фоне незначительных изменений влияний парасимпатического и центрального отделов АНС (автономный тип регуляции – по Н. И. Шлык и др., 2008), что, по-видимому, следует рассматривать как экономичность реагирования на нагрузку умеренной мощности.

Факторный анализ методом главных компонент наиболее информативных показателей красной крови, белой крови и variability ритма сердца показал, что в состав первого фактора (факторный вес 62,6% обобщенной дисперсии) вошли показатели variability сердечного ритма (SDNN, TP, VLF, LF, HF, энтропия, триангулярный индекс, LF/HF), гематокрит и концентрация гемоглобина в крови, процентное содержание сегментоядерных нейтрофилов и лимфоцитов. Тот факт, что перечисленные показатели с высокими факторными нагрузками вошли в один, первый фактор, несомненно, свидетельствует о сопряженности физиологических перестроек системы регуляции сердца и системы крови в покое в ответ на воздействие физических нагрузок спортсменов-борцов.

Во втором факторе с общим факторным весом 15% определяющим оказался процентный показатель мощности «очень низкочастотной» компоненты (VLF-диапазон). С относительно высокой факторной нагрузкой в этом факторе был результат в беге на 800 м [$r = 0,59$]. Надо полагать, что этот фактор характеризовал активность эрготропной системы, или готовность включения преимущественно симпатических аппаратов автономной нервной системы.

Проведенное исследование показало, что у спортсменов с преимущественным преобладанием анаэробных режимов мышечной деятельности (спортсменов-борцов) в покое отмечалась умеренная симпатикотония, у спортсменов же с аэробным режимом мышечной деятельности (спортсменов циклических видов спорта) – умеренная ваготония. В первом случае, показатель симпатико-парасимпатического равновесия, по данным кардиоинтервалографии, был равен $1,15 \pm 0,83$ ед., во втором случае – $0,99 \pm 0,73$ ед. Такая картина наблюдалась на фоне преобладания в группах спортсменов в волновой структуре ритма сердца доли высокочастотных волн ($38,03 \pm 16,98\%$ у борцов и $38,24 \pm 18,24\%$ у спортсменов циклических видов спорта). При наличии умеренной симпатикотонии в покое и связи концентрационных значений эритроцитов и гемоглобина с показателями симпатической регуляции сердечной деятельности (LF-диапазоном) организм спортсменов-борцов обладает, на наш взгляд, значительным физиологическим резервом для выполнения взрывной

работы анаэробно-аэробного характера. Вовлечение такого «резервного» источника энергообеспечения работы, как анаэробные гликолитические процессы, важно для эффективности борцовского поединка (Акражанов Б. К. и др., 1991; Дадаян А. Д., 1996).

Проведенный нами корреляционный анализ показал, что показатель симпатико-парасимпатического равновесия у спортсменов-борцов был положительно взаимосвязан ранговыми корреляциями с концентрацией гемоглобина в крови [$r = 0,53$; $p < 0,05$], гематокритом [$r = 0,45$; $p < 0,05$], показателями среднего объема эритроцитов [$r = 0,41$; $p < 0,05$] и средней концентрации гемоглобина в эритроците [$r = 0,61$; $p < 0,01$].

Аналогичные корреляции отмеченных показателей крови у борцов были связаны с индексом «напряжения»: соответственно [$r = 56$; $p < 0,05$], [$r = 0,48$; $p < 0,05$], [$r = 0,32$; $p > 0,05$], [$0,46$; $p < 0,05$].

В абсолютных значениях, показатель мощности низкочастотного спектра (LF-) у спортсменов-борцов, отражающий вклад влияния на волновую структуру сердечного ритма симпатического отдела автономной нервной системы, был больше по сравнению с лицами контрольной группы на 43,3%. При таком же сравнении группы спортсменов циклических видов спорта и лиц контрольной группы различие составляло лишь 8,9% (больше у спортсменов).

На «стартовую» готовность организма борцов к взрывной работе указывают, на наш взгляд, и выявленные положительные корреляции между показателем процентной мощности низкочастотного спектра (LF, %) с показателями «красной» крови: концентрацией эритроцитов [$r = 0,63$; $p < 0,01$], концентрацией гемоглобина [$r = 0,58$; $p < 0,01$], гематокрита [$r = 0,57$; $p < 0,01$].

Такого типа связей не отмечалось у спортсменов циклических видов спорта: коэффициенты ранговой корреляции были слабой силы и не носили статистически значимого характера.

В группе спортсменов-борцов отмечалось снижение показателя гематокрита (Таблица 1). Такие изменения в периферической крови отмечают многими авторами (Головина Л. Л. и др., 1986; Коновалов С. В., 1986; Banfi G. et al. 2000; Boyadejiev N. and Taralov Z., 2000). Низкие величины гематокрита наблюдались и у представителей различных единоборств (самбо, классическая борьба, $n = 23$; $p < 0,05$).

Известно, что их тренировочные нагрузки в большей мере направлены на развитие силы, быстроты, ловкости, однако уровень общей физической работоспособности (по индексу PWC170) у борцов намного выше, чем у лиц, не занимающихся спортом, но ниже, чем у спортсменов с аэробным режимом мышечных нагрузок (Мельников А. А., Викулов А. Д., 2008). На больших выборках спортсменов показано, что концентрации эритроцитов и гемоглобина крови, величина гематокритного показателя у спортсменов-борцов ($n = 128$) статистически значимо меньше, чем у спортсменов-лыжников ($n = 201$) (Сашенков С. Л., 1999). Схожие результаты были получены и в работе Boyadejiev N. and Taralov Z. (2000).

Таблица 1 – Некоторые показатели морфологического состава крови у спортсменов ($M \pm \sigma$)

Показатель	Спортсмены-борцы ($n = 28$)	Спортсмены циклических видов спорта ($n = 20$)	Контроль ($n = 31$)
Концентрация эритроцитов, $\cdot 10^{12}/L$	$4,43 \pm 0,44$ $p_{2-4} < 0,01$	$4,97 \pm 0,30$ $p_{2-3} < 0,01$; $p_{3-4} > 0,05$	$5,05 \pm 0,36$
Концентрация гемоглобина, g/L	$132,4 \pm 15,6$ $p_{2-4} < 0,01$	$149,20 \pm 8,17$ $p_{2-3} < 0,01$	$147,7 \pm 9,93$
Гематокрит, %	$38,63 \pm 4,07$ $p_{2-4} < 0,01$	$42,58 \pm 2,31$ $p_{2-3} < 0,01$	$43,15 \pm 2,48$
Средний объем эритроцита, fL	$86,3 \pm 3,2$	$85,77 \pm 3,54$	$85,2 \pm 3,4$
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, pg	$29,79 \pm 1,49$	$30,10 \pm 1,74$	$29,29 \pm 2,00$
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, g/L	$344,9 \pm 8,2$	$350,7 \pm 12,9$	$342,4 \pm 13,8$

В других работах показано, что у спортсменов в покое концентрация эритроцитов в крови и гематокритный показатель могут быть больше, чем у практически здоровых лиц, не занимающихся

спортом (Муравьев А. В., Симаков М. И., 1988; Муравьев А. В. и др., 1996).

Незначительные различия между спортсменами и лицами, не занимающимися спортом, отмечены рядом других авторов (Петров Ю. А., 1980; Макарова Г. А., Локтев С. А., 1990; Винантов В. В., 1995; Викулов А. Д. 1997 и др.). По их мнению, данный факт свидетельствует о высокой кислородной емкости крови даже в покое, готовность организма к «встрече» с нагрузкой.

На наш взгляд, переход от состояния покоя к работе взрывного характера с незначительной длительностью (3–4 минуты) с более низкого уровня функционирования системы кровообращения (гематокритный показатель меньше, чем у спортсменов циклических видов спорта на 9,3% при $p < 0,01$) дает возможность большего резерва для интенсивного выполнения соревновательной деятельности спортсменов-борцов. Увеличение концентрации гемоглобина, возрастание гематокрита при физическом напряжении создают благоприятные условия для эффективного транспорта кислорода. Гемоконцентрация является одним из важнейших функциональных приспособительных реакций организма на любые стрессорные воздействия и направлена на повышение кислородной емкости крови, транспорта эритроцитов и доставку кислорода (Карпман В. Л., Любина Б. Г., 1982). Установлено, что наилучший кислород-транспортный эффект во время однократной максимальной нагрузки реализуется при величине гематокрита, равной 44% (Гущин А. Г., 1985). При этом, сниженные значения гематокритного показателя не влияют на потребление кислорода тканями в состоянии относительного покоя (Chien S., Lipowsky H., 1981).

Важным механизмом снижения гематокрита у спортсменов является физиологическая аутогемодилюция. Аутогемодилюция ведет к накоплению объема плазмы, обусловленному повышением содержания общего белка и ионов (натрия, главным образом) в сосудистом русле (Convertino V. A., 1991). Натриевый гомеостаз регулируется через изменение натрийуретической функции почек. Важным фактором, регулирующим этот процесс, является повышенная активность симпатической нервной системы.

Величина гематокрита определяется концентрацией эритроцитов (RBC) и их средним клеточным объемом. Как показало проведенное нами исследование, концентрация эритроцитов в крови спортсменов-борцов была меньше на 10,9% ($p < 0,01$), чем у спортсменов циклических видов спорта и еще меньше, чем у лиц контрольной группы (-12,3%; $p < 0,01$). Средний же объем эритроцита в группах спортсменов статистически значимо не отличался от аналогичного показателя в контрольной группе ($p > 0,05$). MCV, по данным литературы, достаточно стабильный параметр в течение многолетней физической тренировки (Rietjens G. J. et al., 2002; Boyadjiev N. and Taralov Z., 2000).

Изменение симпато-вагусного баланса может играть определенную роль в снижении уровня гематокрита. Ряд косвенных данных указывают на такую возможность. Например, умственный стресс, связанный с активацией симпатической нервной системы (ростом уровня катехоламинов плазмы), вызывает увеличение гематокрита и вязкости крови; причем прирост гематокрита (ΔHt) коррелирует с приростом норадреналина и артериального давления (Ross A. E. et al., 2001; Reims H. M. et al., 2005).

Тот факт, что между группой спортсменов-борцов и контрольной группой отсутствовали статистически значимые различия по среднему содержанию, средней концентрации гемоглобина в эритроцитах, среднему объему эритроцитов при сниженном гематокрите у спортсменов (Таблица 1) – прямое свидетельство, на наш взгляд, наличия у спортсменов-борцов умеренной гемодиллюции.

Результаты показали, что у спортсменов-борцов совокупность показателей гематокрита, среднего объема эритроцитов и средней концентрации гемоглобина в эритроците объясняла 66% дисперсии LF/HF ($R^2 = 0,66$; $p = 0,02$).

Тренировочная работа спортсменов-борцов происходит преимущественно в смешанном аэробно-анаэробном режиме. По некоторым данным, прирост специальной выносливости борцов прямо зависит от степени эффективного выполнения работы анаэробного гликолитического характера (Бойко В. Ф., 1982; Юшков О. П., 1994). Именно поэтому в числе тестов, оценивающих специальную подготовленность борцов, мы выбрали бег на 800 м: здесь результат, в

первую очередь, отражает эффективность анаэробно-гликолитической системы энергообеспечения. Нами выявлены отрицательные корреляции между результатом в беге на 800 м и: а) гематокритом [$r = -0,51$; $p < 0,05$]; б) средней концентрацией гемоглобина в эритроците [$r = -0,58$; $p < 0,05$]; в) концентрацией гемоглобина в крови [$r = -0,47$; $p < 0,05$]. Статистически значимые корреляции с результатом в беге на 800 м отмечались и с показателями variability сердечного ритма: SDNN [$r = 0,41$; $p < 0,05$], TP [$r = 0,41$; $p < 0,05$], LF [$r = 0,47$; $p < 0,05$], HF [$r = 0,41$; $p < 0,05$]. Эти корреляции доказывают: во-первых, что изменения показателей морфологического состава крови у спортсменов обусловлены физическими нагрузками, используемыми в данном виде спорта, а во-вторых, далеко не сниженными требованиями к высокой аэробной мощности.

Одним из доступных критериев определения уровня адаптационных возможностей организма являются показатели лейкограммы (Гаркави Л. Х. и др., 1977; Захаров Ю. М., 2001).

Более высокая концентрация (+45%) моноцитов у спортсменов-борцов в нашем исследовании, по-видимому, была обусловлена, анаэробными физическими нагрузками, используемыми преимущественно представителями этой спортивной специализации. Такое заключение подтверждается литературными данными (Таймазов В. В. и др., 2003; Колупаев В. А., 2009; Масленникова Ю. Л. и др., 2009). Повышение концентрации моноцитов свидетельствует о повышенной фагоцитарной активности иммунной системы.

Обращает на себя внимание факт установленной уменьшения у спортсменов-борцов общего количества лейкоцитов (Таблица 2). Аналогичные изменения у спортсменов-борцов наблюдали и другие авторы: а) по сравнению с лицами, не занимающимися спортом (Масленникова Ю. Л. и др., 1999); б) по сравнению со спортсменами циклических видов спорта – лыжниками и пловцами (Журило О. В., 2012). Это может быть показателем начальной реакции на большие мышечные нагрузки стрессорного характера, поскольку известно, что в первой фазе адаптивной реакции на стресс наблюдается снижение числа лейкоцитов (Клиническая иммунология / под ред. А. В. Караулова ..., 1999).

Таблица 2 – Некоторые показатели лейкоцитов у спортсменов
($M \pm \sigma$)

Показатель	Спортсмены-борцы (n = 28)	Спортсмены циклических видов спорта (n = 20)	Контроль (n = 31)
Концентрация лейкоцитов, *10 ⁹ /л	6,40 ± 1,25 p ₂₋₄ < 0,01	7,00 ± 1,30	7,52 ± 1,54
Лимфоциты, %	28,80 ± 5,38 p ₂₋₄ < 0,01	35,50 ± 8,05 p ₂₋₃ < 0,01; p ₃₋₄ > 0,05	38,34 ± 5,52
Сегментоядерные нейтрофилы, %	63,92 ± 5,24 p ₂₋₄ < 0,01	55,10 ± 5,23 p ₂₋₃ < 0,01; p ₃₋₄ > 0,05	57,25 ± 9,73
Моноциты, %	6,20 ± 1,73 p ₂₋₄ < 0,03	6,00 ± 2,10	4,27 ± 2,05

Спортивная специализация, формируя определенный иммунный профиль спортсменов, оказывает существенное влияние на иммунную систему. Иммунный статус спортсменов, занимающихся ациклическими видами спорта (к ним относится и борьба) характеризуется ярко выраженными цитопеническими реакциями со стороны относительного и абсолютного количества Т-лимфоцитов, как Т-хелперов, так и Т-цитотоксических лимфоцитов, уровней CD16 и CD56 позитивных клеток, относящихся к факторам врожденного иммунитета, В-лимфоцитов (CD20), что отражает снижение интенсивности иммунопоза при анаэробном типе энергообеспечения и является фактором, значимо влияющим на качество иммунного ответа и механизмы Т и В-клеточной кооперации (Журило О. В., 2012).

При снижении общей концентрации лейкоцитов крови у спортсменов-борцов нами выявлено статистически значимое снижение процентного содержания лимфоцитов ($p < 0,01$) и повышение процентного содержания сегментоядерных нейтрофилов ($p < 0,01$). Такие же результаты получены в других исследованиях (Зурочка А. В. и др., 2005; Зурочка А. В. и др., 2006; Журило О. В. и др., 2011; Журило О. В., 2012). Подобного рода количественные изменения содержания основных популяций лейкоцитарных клеток, возникающие у спортсменов преимущественно анаэробных видов спорта, в целом, отражают, на наш взгляд, негативное влияние на показатели иммунной

системы представителей данных видов спорта. По мнению Журило О. В. (2012), это состояние может приводить у спортсменов данных специализаций к развитию вторичных иммунодефицитных состояний.

Усиление энергопродукции при мышечной деятельности посредством повышения скорости анаэробного и (или) аэробного ресинтеза макроэргов сопровождается активацией систем внешнего дыхания, кровообращения и крови, что может способствовать как усилению, так и угнетению врожденного и приобретенного иммунитета (Суздальницкий Р. С. и др., 2000). Влияние физических нагрузок на систему иммунитета реализуется посредством участия нейрогуморальных механизмов. В свою очередь, клетки иммунной системы в ответ на действие антигенов или гуморальных веществ, секретируют цитокины и медиаторы, оказывающие модулирующее влияние на состояние центральной нервной системы и механизмы вегетативной регуляции (Долгушин И. И., Бухарин О. В., 2001). Нами выявлены статистически значимые корреляционные взаимосвязи между показателями вариабельности ритма сердца и показателями относительного содержания (%) в крови лимфоцитов и сегментоядерных нейтрофилов (0,44–0,47).

Обращает на себя внимание выявленная нами отрицательная ранговая корреляция в группе спортсменов-борцов между показателем симпатико-парасимпатического равновесия (LF/HF) и процентным содержанием в крови лимфоцитов [$r = -0,57$; $p < 0,01$]. По данным пошагового регрессионного анализа, эта связь не носила независимого характера. По-видимому, состояние умеренной симпатикотонии и сниженная концентрация лимфоцитов в крови определялись и многими другими факторами.

Максимальные нагрузки анаэробного характера сопровождаются повышением содержания в крови глюкокортикоидов (Физиология адаптационных процессов..., 1986). По-видимому, повышенный уровень глюкокортикоидов обусловил снижение у спортсменов-борцов количества лимфоцитов и повышение уровня моноцитов. Под влиянием анаэробных физических нагрузок у спортсменов фагоцитарная и НСТ-активность моноцитов положительно связаны с показателями кровообращения (Колупаев В. А., 2009).

Показатель общей концентрации лейкоцитов в крови спортсменов в нашем исследовании был корреляционно связан с результатом в беге на 800 м [$r = -0,58$; $p < 0,05$] и с показателем силы мышц брюшного пресса [$r = 0,80$; $p < 0,01$]. Статистически значимые корреляционные взаимосвязи с этими показателями специальной физической подготовленности выявлены нами и для сегментоядерных нейтрофилов и лимфоцитов. В первом случае, величины коэффициентов ранговой корреляции равнялись соответственно [$r = -0,68$; $p < 0,01$] и [$r = 0,67$; $p < 0,1$]. Во втором случае – [$r = 0,61$; $p < 0,01$] и [$r = -0,60$; $p < 0,01$]. Все эти изменения, на наш взгляд, связаны с текущим функциональным состоянием спортсменов и, вероятно, обусловлены уровнем тренированности. Доказательством тому являются статистически значимые корреляционные связи показателя процентной мощности спектра высокочастотных волн с показателями концентраций лейкоцитов [$r = -0,47$; $p < 0,05$], сегментоядерных нейтрофилов [$r = -0,44$; $p < 0,05$], лимфоцитов [$r = 0,58$; $p < 0,01$], моноцитов [$r = -0,49$; $p < 0,05$]. По мнению ряда авторов, несомненным признаком текущего функционального состояния организма является преобладание в покое доли высокочастотных волн (Немиров А. Д., 2004; Белова Е. Л., 2005; Шевченко А. Ю., 2006). Здесь, по-видимому, можно принять во внимание и факт выявленных корреляций между результатом в беге на 800 м и гематокритом [$r = -0,51$; $p < 0,05$], МСНС [$r = -0,58$; $p < 0,05$], концентрацией гемоглобина в крови [$r = -0,47$; $p < 0,05$].

Актуальность изучения прогностических возможностей лейкоцитарной формулы определяется тем, что различные системы показателей гемограммы отражают интегральные характеристики всех гомеостатических систем организма, формирующих неспецифические адаптационные реакции (Гаркави Л. Х. и др., 1977; Тихончук В. С. и др., 1992; Ройт Ф. и др., 2000; Макарова Г. А., 2006). Используя этот подход, показано, что в группе лиц, относящихся к «диапазону нормы», отмечается 100%-«выявляемость» сильной связи ($r = -0,7$; $-0,9$) обратной корреляции между сегментоядерными нейтрофилами и лимфоцитами, основными по численности лейкоцитами нормальной лейкоцитарной формулы (Дубенская Л. И. и др., 2003).

Мы провели такой анализ. Он показал, что у спортсменов-борцов коэффициент корреляции между сегментоядерными нейтрофилами и лейкоцитами был равен [$r = -0,95$; $p < 0,01$]. Исходя из этого, можно заключить, что эта сильная достоверная корреляция – признак состояния у спортсменов «адаптивной нормы». В контрольной группе коэффициент равнялся [$r = -0,66$; $p < 0,05$]. Используя известную таблицу критериев адаптационных реакций (Гаркави Л.Х. и др., 1977), видим, что процентное содержание лимфоцитов в лейкоформуле периферической крови спортсменов равняется $28,80 \pm 5,38$ (%), что также соответствует состоянию «спокойной активации».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выводы

1. Проведенное исследование показало, что у спортсменов с преимущественным преобладанием анаэробных режимов мышечной деятельности (спортсменов-борцов) в покое отмечалась умеренная симпатикотония, у спортсменов же с аэробным режимом мышечной деятельности (спортсменов циклических видов спорта) – умеренная ваготония. В первом случае, показатель симпатико-парасимпатического равновесия, по данным кардиоинтервалографии, был равен $1,15 \pm 0,83$ ед., во втором случае – $0,99 \pm 0,73$ ед. Такая картина наблюдалась на фоне преобладания в группах спортсменов в волновой структуре ритма сердца доли высокочастотных волн ($38,03 \pm 16,98\%$ у борцов и $38,24 \pm 18,24\%$ у спортсменов циклических видов спорта).

2. У спортсменов (борцов) с преимущественным проявлением анаэробных режимов мышечной деятельности по сравнению со спортсменами с преимущественным проявлением аэробных режимов мышечной деятельности и лицами, не занимающимися спортом, отмечены сниженные величины концентрации эритроцитов, гемоглобина крови, гематокрита ($10\text{--}12\%$; $p < 0,05$). При этом, величины показателей среднего объема эритроцитов, среднего содержания и средней концентрации гемоглобина в эритроците в трех сравниваемых группах были практически одинаковы.

3. У спортсменов-борцов в состоянии относительного покоя изменения показателей физиологической регуляции сердечной деятельности и системы крови имеют сопряженный характер. Между

показателем симпатико-парасимпатического равновесия (LF/HF) и показателями концентрации эритроцитов и гемоглобина крови, гематокритом отмечались статистически значимые положительные корреляционные взаимосвязи (0,58–0,66; $p < 0,05$). Таких взаимосвязей не отмечалось в группе спортсменов с преимущественным проявлением аэробных режимов мышечной деятельности.

4. При наличии умеренной симпатикотонии в покое и связи концентрационных значений эритроцитов и гемоглобина с показателями симпатической регуляции сердечной деятельности (LF-диапазоном) организм спортсменов-борцов обладает значительным физиологическим резервом для выполнения взрывной работы анаэробно-аэробного характера. Такого типа взаимосвязей не отмечалось у спортсменов циклических видов спорта.

5. Адаптивные изменения показателей ВСР и крови обусловлены характером тренировочных и соревновательных нагрузок спортсменов-борцов (преимущественно анаэробно-гликолитическим). Между результатом в беге на 800 м и показателями красной крови отмечались многочисленные статистически значимые корреляции: с HGT [$r = -0,65$; $p < 0,05$], HGB [$r = -0,60$; $p < 0,05$], MCHC [$r = -0,67$; $p < 0,05$]. По данным множественной регрессии, дисперсия результата в беге на 800 м определялась этими показателями на 45% ($p < 0,02$). С гематокритным показателем связь носила независимый характер ($\beta = -0,59$; $p < 0,05$), коэффициент ранговой корреляции составлял [$r = -0,65$; $p < 0,05$]. Аналогичных связей в группе спортсменов с аэробным режимом мышечной деятельности не было.

6. Показатели лейкограммы у спортсменов-борцов объединяли с показателями системы эритроцитов статистически значимые корреляции. Для спортсменов-борцов было характерно состояние «адаптивной нормы», что подтверждалось сильной отрицательной корреляцией между сегментоядерными нейтрофилами и лимфоцитами [$r = -0,95$; $p < 0,01$]. Такая общая неспецифическая адаптационная реакция поддерживалась тонусов автономной нервной системы: между показателем симпатико-парасимпатического равновесия (LF/HF) и показателем процентного содержания лимфоцитов в крови коэффициент ранговой корреляции был равен [$r = -0,57$; $p < 0,05$].

Такой закономерности не отмечалось в группе спортсменов с аэробным режимом мышечной деятельности.

7. Результаты проведенного научного исследования позволяют рекомендовать в практику врачебного контроля использование показателей кардиоритмографии (SDNN, VLF, LF, HF, LF/HF), гематокрита, МСНС, процентного содержания лимфоцитов крови и сегментоядерных нейтрофилов.

Практические рекомендации

1. Несомненно, интегральным показателем функционального состояния организма спортсмена является показатель его физической работоспособности. С учетом преимущественной направленности тренировочного процесса юных спортсменов-борцов (анаэробно-аэробные и аэробно-анаэробные физические нагрузки), мы рекомендуем для оценки подготовленности спортсменов использовать пробегание на максимальный результат (время) 800-метровой дистанции.

2. По данным проведенного нами экспериментального исследования, между результатом в беге на 800 м и рядом показателей крови и ВСП выявлены статистически значимые корреляционные взаимосвязи: с концентрацией гемоглобина в крови [$r = -0,50$; $p < 0,05$], гематокритом [$r = -0,51$; $p < 0,05$], МСНС [$r = -0,53$; $p < 0,05$], содержанием в крови лимфоцитов (процентное содержание) [$r = 0,62$; $p < 0,01$], сегментоядерных нейтрофилов (процентное содержание) [$r = -0,65$; $p < 0,01$], индексом «напряжения» [$r = -0,57$; $p < 0,05$], с процентным выражением в общем спектре волновой структуры сердечного ритма доли «очень низкочастотной» компоненты (VLF%) [$r = -0,64$; $p < 0,01$]. Именно эти перечисленные показатели мы рекомендуем использовать в практике текущего врачебного контроля за функциональным состоянием юных спортсменов-борцов (15–17-летнего возраста) – перед началом очередного микроцикла, по окончании очередного микроцикла, в начале и по окончании учебно-тренировочного сбора, в начале и в конце тренировочных периодов годичного цикла спортивной подготовки (подготовительного, соревновательного, восстановительного). Проведенный факторный анализ методом главных компонент показал, что все названные показатели, кроме VLF%, вошли с высокими факторными нагрузками в

состав первого фактора с общим факторным весом 52,3% обобщенной дисперсии. Они и определяли содержание этого первого фактора. Второй фактор полностью определялся единственным показателем – процентным содержанием «очень низкочастотной» компоненты (VLF%). Его факторный вес составлял 16,2% обобщенной дисперсии.

3. При организации срочного контроля за функциональным состоянием спортсменов (сразу после физической нагрузки, через 2 часа после нагрузки) рекомендуем использовать параметры вариационной пульсометрии.

Регистрация предлагаемых параметров, их текущих изменений должна быть обязательно после дня отдыха (как и сделано в нашем исследовании).

4. Текущую динамику функционального состояния организма в целом и отдельных его физиологических систем необходимо проследивать регулярно и многократно, накапливать на каждого спортсмена однородной спортивной группы (одна специализация, один тренер, похожие тренировочные планы и т. д.) базу данных, которая позволит более качественно выполнить анализ и оценить текущее функциональное состояние организма спортсмена.

5. Предлагаем диапазоны референсных значений изученных информативных параметров (показателей): (1) гемоглобин крови – 127–139 мг/л; (2) общая концентрация лейкоцитов крови – $5,9\text{--}6,8 \times 10^9$; (3) сегментоядерные нейтрофилы – 62–66%; (4) лимфоциты – 26,7–30,8%; (5) гематокрит – 37–40%; (6) МСНС – 341–348; (7) SDNN, мс – 47–90; (8) индекс напряжения – 30–59 ед.; (9) общая мощность спектра – 2600–9000 мс²; (10) VLF – 21–38%; (11) LF – 28–34%; (12) HF – 30–47%.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Бочаров, М. В., Использование показателей центральной гемодинамики и сердечного ритма для оценки функционального состояния спортсменов высокой квалификации / Н. Г. Аршинова, М. В. Бочаров, А. Д. Викулов // Ярославский педагогический вестник (Серия «Естественные науки»). – 2010. – № 4. – С. 53–60. (60% авторских).

2. Бочаров, М. В. Влияние систематических тренировок на регуляцию кровообращения и систему крови у спортсменов, занимающихся греко-римской борьбой / М. В. Бочаров, А. Д. Викулов // Физкультура в профилактике, лечении и реабилитации. – 2010. – № 3–4. – С. 60–62.

3. Бочаров, М. В. Взаимосвязь регуляторных механизмов сердечной деятельности и системы крови у юных спортсменов / М. В. Бочаров // Системные и клеточные механизмы в физиологии двигательной системы и мышечной деятельности : материалы VI Всерос. школы-конференции по физиологии мышц и мышечной деятельности (Москва, 2011 г.). – М. : Графика-Сервис, 2011. – С. 101.

4. Бочаров, М. В. Взаимосвязь симпатико-парасимпатического равновесия и морфологических показателей крови у юных спортсменов-борцов (М. В. Бочаров, А. И. Ботин, А. Д. Викулов // Ярославский педагогический вестник (Естественные науки). – 2011. – № 1. – С. 86–88.

5. Бочаров, М. В. Адаптационные реакции спортсменов-борцов в состоянии «спортивной формы» (М. В. Бочаров, А. Д. Викулов // Ярославский педагогический вестник (Естественные науки). – 2012. – № 1. – С. 56–61.

6. Бочаров, М. В. Гравитационные нагрузки в оценке функционального состояния организма спортсменов-пловцов / А. Д. Викулов, Д. В. Каунина, М. В. Бочаров, В. Л. Бойков // Плавание VIII. Исследования, тренировка, гидрореабилитация / под ред. А. В. Петряева. – СПб. : Петроград, 2015. – С. 52–54.