

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(Н И У « Б е л Г У »)

ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ
Кафедра спортивных дисциплин

**ВЛИЯНИЕ ТРЕНИРОВКИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ
КАРДИО-РЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ ФУТБОЛИСТОВ
В ГОДИЧНОМ ЦИКЛЕ**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки
49.04.01 Физическая культура
магистерская программа спортивная подготовка,
очной формы обучения, группы 02011708
Черменева Романа Александровича

Научный руководитель
к.биол.н. Посохов А.В.

Рецензент
заведующий кафедрой физической
культуры и спорта Белгородского
университета кооперации, экономики
и права, к.п.н., доцент,
мастер спорта СССР
Щербин Д.В.

Белгород 2019

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	7
1.1. Функциональное состояние организма и его значение в современном футболе	7
1.2. Роль кардио-респираторной системы в функциональном состоянии спортсменов	13
1.3. Вариабельность сердечного ритма, ее роль в функциональном состоянии спортсменов	19
1.4. Потребление кислорода у спортсменов, значение и методы определения	26
ГЛАВА 2. МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	37
2.1. Методы исследования	37
2.2. Организация исследований	40
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ ...	42
ВЫВОДЫ	45
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	46
Список литературы.....	47

ВВЕДЕНИЕ

Футбол является самыми популярными и массовыми видами спорта в нашей стране и за рубежом. Для спортивных игр характерно постоянное изменение мощности и характера работы, общий объем которой достаточно велик. Эта большая и интенсивная мышечная деятельность происходит в непрерывно меняющейся обстановке, в условиях высокого эмоционального напряжения. Эффективное формирование исполнительского мастерства, т. е. большой объем и высокий уровень интенсивности игровых действий, способность быстро восстанавливать работоспособность после перенесенных нагрузок, зависит от функциональных возможностей организма спортсменов, и в первую очередь, от сердечно-сосудистой и дыхательной системы (Лисенчук, Г.А., 2003).

На современном этапе развития футбола практически невозможны революционные изменения в построении игры, что неудивительно, учитывая более чем столетнюю историю развития. Благодаря тщательному отбору, современным тренировочным технологиям и использованию инновационных фармакологических методик пороговых значений достигли и физические возможности организма футболистов. В связи с этим важнейшее значение приобретает контроль функционального состояния организма спортсменов в течение сезона, что позволяет не только адекватно оценивать текущее состояние, но и прогнозировать и предотвращать наступление негативных изменений (Безуглов Э.Н. с соавт., 2011).

Физиологическое обеспечение тренировочного процесса спортсменов в различных видах спорта призвано выявить системы организма, лимитирующие работоспособность и восстановление после физической нагрузки, подобрать физиологические тесты, корректно оценивающие влияние тренировочных и соревновательных нагрузок на функциональные показатели, которые позволяют вносить своевременные изменения в тренировочный процесс (Карпман В.Л., 1996).»

Эффективность спортивной деятельности в значительной мере определяется оптимальной работой кардио-респираторной системы. Именно поэтому проблема циркуляторного обеспечения транспорта кислорода является фундаментальной для современной спортивной медицины и физиологии. Актуальными являются исследования, касающиеся анализа деятельности органов и систем организма, непосредственно обеспечивающих мышечную работу (А.Г. Дембо, Э.В. Земцовский, 1989).

«Исследование закономерностей процесса адаптации организма к различным условиям среды является одной из важнейших проблем современной физиологии. Приспособление к любой деятельности человека представляет собой сложный, многоуровневый процесс, затрагивающий различные функциональные системы организма (Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г., 1988). В физиологическом отношении адаптация к мышечной деятельности является системным ответом организма, направленным на достижение высокой тренированности и минимизацию физиологической цены за нее. Адаптацию к физическим нагрузкам рассматривают как динамический процесс, в основе которого лежит формирование новой программы реагирования, а сам приспособительный процесс, его динамика и физиологические механизмы определяются состоянием и соотношением внешних и внутренних условий деятельности (Платонов В.Н., 1988; Солодков А.С., 1998).»

Одной из важнейших функциональных систем, от деятельности которой во многом зависят обеспечение организма кислородом, а также спортивные результаты и здоровье спортсмена, является кардиореспираторная система. По ее деятельности можно судить о функциональном состоянии организма спортсмена, т. к. она выполняет роль индикатора функциональных и резервных возможностей (Анохин П.К., 1980; Ванюшин М.Ю., 2011).

В современном футболе одной из важнейших задач тренировки является высокая функциональная подготовленность, которая во многом зависит от состояния кардио-респираторной системы футболистов.

В связи с этим важнейшее значение приобретает контроль функционального состояния организма спортсменов в течение сезона, что позволяет не только адекватно оценивать текущее состояние, но и прогнозировать и предотвращать наступление негативных изменений (Безуглов Э.Н., 2001).

Объект исследования – функциональное состояние кардио-респираторной системы футболистов.

Предмет исследования – показатели функционального состояния кардио-респираторной системы футболистов сборной НИУ «БелГУ».

Целью нашего исследования было определение влияния тренировки на функциональное состояние кардио-респираторной системы футболистов.

Задачи исследования:

1. Проанализировать данные научно-методической литературы по вопросам исследования функционального состояния кардио-респираторной системы в спорте.
2. Определить влияния годичного цикла тренировки на функциональное состояние кардио-респираторной системы футболистов сборной НИУ «БелГУ».
3. Разработать практические рекомендации по исследованию функционального состояния кардио-респираторной системы футболистов.

Гипотеза исследования. Предполагается, что годичный тренировочный цикл окажет положительное влияние на функциональное состояние кардио-респираторной системы футболистов. Анализ показателей функционального состояния у футболистов выявит их определенные особенности изменения его показателей под влиянием тренировки и даст возможность учета этих изменений в тренировочном процессе.

Научная новизна состоит в том, что получены новые научные данные о влиянии годичного цикла тренировки на функциональное состояние кардио-респираторной системы футболистов сборной НИУ «БелГУ».

Методы исследования: теоретический анализ и обобщение данных научно методической литературы; методы исследования функционального состояния кардио-респираторной системы; методы математического анализа и статистики.

Теоретико-методологическую основу исследования представляют исследования Агаджаняна Н.А., Дэмбо А.Г., Карпмана В.Л., Баевского Р.М., Платонова В.Н., Аршавского И.А. о вопросах адаптации сердечно-сосудистой системы спортсменов в процессе тренировок.

Теоретическая значимость исследования. Получены новые научные данные о влиянии годового цикла тренировки на функциональное состояние кардио-респираторной системы футболистов.

Практическая значимость исследования заключается в том, что полученные в диссертации научные данные о функциональном состоянии кардио-респираторной системы футболистов можно использовать для индивидуализации тренировочного процесса и повышения его эффективности.

Полученные в исследовании данные были опубликованы в научной статье.

Структура и объем диссертации. Магистерская диссертация, выполненная в соответствии с установленными требованиями государственного образовательного стандарта, состоит из введения, трех глав, выводов, практических рекомендаций, библиографического списка.

Данная магистерская диссертация включает текст общим объемом 56 страниц, а также 1 таблица, 87 источников литературы, из которых 7 зарубежных авторов.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1. Функциональное состояние организма и его значение в современном футболе

Функциональное состояние организма – это интегральная характеристика состояния здоровья, отражающая уровень функционального резерва, который может быть израсходован на адаптацию (Антонов А.А., 2011).

В современном футболе наблюдается тенденция к росту соревновательных и тренировочных нагрузок (Сучилин А.А., 1997). На сегодняшний день в спорте высших достижений учебно-тренировочный процесс и соревновательная деятельность ведут к максимальной мобилизации функциональных резервов и адаптационной способности спортсмена (Платонов В.Н., 1997). Под воздействием значительных физических и психоэмоциональных нагрузок происходят изменения функционального состояния спортсменов, которые нередко носят пред- и патологический характер, отражаясь на адаптационных способностях и специальной работоспособности (Пшибыльски В., 2005).

«Для эффективного управления тренировочным процессом необходимо осуществлять мониторинг функционального состояния, позволяющий оценить напряженность адаптации к тренировочным и соревновательным нагрузкам (Верхошанский, Ю.В., 1977; Волков Н.И., 2009).»

По мнению Безуглова Э.Н. с соавт. (2011), основными задачами функционального мониторинга футболистов являются:

- оценка текущего уровня функционального состояния;
- предупреждение перетренированности;
- определение соответствия направленности тренировочного процесса поставленным целям и задачам;

- контроль за процессами срочного восстановления;
- контроль за динамикой изменения емкости основных систем энергообеспечения;
- своевременное выявление потенциально опасных для здоровья спортсменов изменений в организме спортсменов;– оценка адекватности проводимой фармакологической поддержки и «точечная» коррекция выявленных изменений.»

Специфика тренировки в том или ином виде спорта обуславливает дифференцированные преобразования, формируются новые функциональные межсистемные взаимосвязи, то есть процессы адаптации организма обеспечиваются не отдельными органами, а организованными и соподчиненными между собой системами, формируется так называемая функциональная система (Судаков К. В., 2000).

«Под влиянием систематической спортивной тренировки в организме развивается комплекс структурно-функциональных изменений, направленных на повышение адаптоспособности сердечно-сосудистой системы значительные изменения происходят в системе транспорта кислорода, совершенствуется регулирование деятельности сердечно-сосудистой системы (Ашмарин Д.В., 2000).»

«Считается, что для тренированного спортсмена характерна так называемая экономизация сердечной деятельности, характеризующаяся низкой частотой сердечных сокращений при высоком ударном объеме, как в покое, так и при физической работе (Карпман В.Л., Куколевский Г.М. 1968).»

Игровые виды спорта содержат различные элементы физической активности, многие факторы составляющих успеха. Наиболее типичной в этом аспекте и широко распространенной игрой является футбол, включающий различные варианты нагрузок, предъявляющий высокие требования к силе и выносливости спортсменов. Большинство известных параметров работоспособности, как аэробной, так и анаэробной, являются важными для работы футболистов и достижения ими высоких результатов

(Helgerud J, 2003).

Немалое значение для профилактики нежелательных ситуаций на поле и вне его пределов имеет функциональная готовность футболиста, основным компонентом которой является состояние кардиореспираторной системы. Вместе с тем остаются недостаточно выясненными физиологические закономерности, лимитирующие работоспособность футболиста, а также методы их оценки. Известно, что в футбол играют лица разного возраста и пола, которые выступают на различном уровне – от любительского до самого высокого. Исследование особенностей физического состояния спортсменов в зависимости от перечисленных компонентов позволяет получить важные сведения о закономерностях функционирования кардиореспираторной системы и критериях их оценки у различных групп лиц (Мохан, Р., 2001; Волков Н.И., 2013).

А.А. Усилов и А.Г. Гуцин (2010) провели сравнительный анализ функционального состояния футболистов 11 лет и детей, не занимающихся спортом. Авторами установлено, что систематические занятия спортивными играми (футболом) способствуют значительному приросту силовых показателей, жизненной емкости легких и максимального потребления кислорода по сравнению с нетренированными лицами. Также занятия футболом приводят к формированию более экономичного варианта функционирования сердечно - сосудистой системы в покое и на тестирующую нагрузку. Анализ информативности групп показателей свидетельствовал, что для детей 11 лет характерна высокая информативность показателей крови. Большие величины максимального потребления кислорода в группе футболистов сочетались с достоверно большими величинами кислородной емкости крови, что подтверждено наличием значимой корреляции между этими параметрами. В группе футболистов наиболее значимый вклад в величину максимального потребления кислорода вносят такие показатели, как частота сердечных сокращений при нагрузке и жизненный индекс.

По мнению Семаевой Е.Н. (2004) структура функционального состояния футболистов высокой квалификации определяется следующими факторами: эффективностью метаболических процессов образования энергии, мощностью аэробного механизма энергообеспечения, скоростно-силовым потенциалом мышц, максимальной анаэробной производительностью и эффективностью процессов восстановления.»

Поповой Г.А. с соавт. (2018) проанализированы показатели системы внешнего дыхания у 57 здоровых мужчин в возрасте от 22 до 35 лет, занимающихся мини-футболом и мужчин, не занимающихся спортом. По данным исследования было установлено, что показатели, характеризующие систему внешнего дыхания как по абсолютным значениям, так и в % от должных значений выше у футболистов. Достоверные отличия выявлены по показателям объема форсированного выдоха за первую секунду в группе мужчин возраста 22-27 лет, жизненной емкости легких в группе мужчин возраста 28-35 лет, а также максимальной вентиляции легких в обеих возрастных группах. Полученные результаты во всех группах исследования соответствуют показателям нормы для здоровых мужчин.

Игра в футбол ведется с постоянно большим числом ускорений, высокой технической работе на ограниченном пространстве, под постоянным прессингом противника. Все эти факторы требуют от игроков высокого уровня функционального состояния и психологической устойчивости. В процессе игр и тренировок функциональное состояние сердечно-сосудистой системы выступают лимитирующим фактором возможностей организма в целом. В связи с этим количественные показатели работы сердца являются необходимой составляющей для тренерского штаба в целях управления тренировочными нагрузками. Таким образом, для представителей футбола особенно актуален вопрос оперативного контроля функциональных изменений в организме на физическую, техническую, тактическую и специальную нагрузку (Голубев Д.В., 2017).

Бондаренко А.Е. с соавт. (2018) в своих исследованиях рассмотрели

вопросы влияния тренировочной деятельности на функциональное состояние организма юных футболистов, в зависимости от их игрового амплуа. Авторами установлено, что нагрузка максимальной анаэробной мощности по разному отражается на частоте сердечных сокращений у игроков разного амплуа. Средние значения ЧСС у нападающих составляет 163 уд/мин, у полу-защитников 165 уд/мин, а у игроков защиты этот показатель значительно выше 183 уд/мин, восстановление (снижение пульса) наиболее плавно и равномерно происходит у игроков нападения. У юных футболистов различного амплуа были выявлены различия в физиологических реакциях на нагрузки скоростно-силового характера.

Линдт Т.А. и Соломка Т.А. (2010), провели исследования физической работоспособности в разных зонах мощности у спортсменов, занимающимися футболом и хоккеем. Авторами выявлены особенности механизмов адаптации сердечно-сосудистой системы, разработаны рекомендации по оценке кумулятивного тренировочного эффекта спортсменов с разным игровым амплуа. Положительный тренировочный эффект у хоккеистов проявляется в более высоком уровне общей и скоростно-силовой выносливости, больших значениях МПК. У футболистов выявлен отрицательный кумулятивный тренировочный эффект: низкий уровень физической работоспособности, эффективности работы сердца в разных зонах мощности, МПК, выраженные нарушения в миокарде.

По мнению Ашмарина Д.В. (2012), специфика тренировки юных футболистов обуславливает дифференцированные преобразования, формирование новых функциональных межсистемных взаимосвязей в процессе адаптации к физическим нагрузкам скоростно-силового характера. Перестройки в значительной мере касаются повышения функционального состояния сердечно-сосудистой системы, значительные изменения происходят в системе транспорта кислорода, совершенствуется регулирование деятельности. В то же время динамика развития сердечно-сосудистой системы у спортсменов игровых видов спорта подросткового

возраста в период становления их мастерства изучена недостаточно, что определило цель исследования. Исследования показали, что адаптация системы кровообращения юных футболистов к физическим нагрузкам характеризуется этапностью: при спортивном стаже более 3 лет отмечается перестройка центральной гемодинамики, при этом степень повышения ударного объема превосходит степень снижения частоты сердечных сокращений; формируется эукинетический тип кровообращения и симпатикотонические реакции при функциональных пробах.

Коноваловым В.В. и Козменко О.А. (2017) изучены изменения функционального состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем у студентов под влиянием регулярных физических нагрузок при занятиях различными видами спорта. Проанализированы характерные показатели дыхательной и сердечно-сосудистой систем. На основе проведенного исследования было рекомендовано заниматься в секциях по футболу. По мнению авторов, увеличение дыхательных резервов, повышение силы и выносливости исследуемых систем намного лучше тренируется у футболистов.

«В динамике подготовки спортсменов происходят достаточно очевидные изменения показателей индивидуального здоровья. Интенсификация тренировочного процесса сопровождается явными признаками напряжения механизмов адаптации организма (Макарова Г.А., 2002). В связи с этим изучение особенностей функционирования сердечно-сосудистой системы футболистов важно и актуально, поскольку полученные новые сведения расширяют возможности специалистов медико-биологического профиля в разработке средств восстановления и реабилитации вышеуказанной группы спортсменов (Михайлов В.М., 2000).»

1.2. Роль кардио-респираторной системы в функциональном состоянии спортсменов

Занятия спортом является социальным и средовым фактором, который влияет на организм человека, особенно на дыхательную и сердечно-сосудистую системы. Влияние спорта на сердечно-сосудистую систему: сердце нетренированного человека в состоянии покоя за одно сокращение (систола) выталкивает в аорту 50-70 мл крови, в минуту при 70-80 сокращениях 3.5–5 л.

Систематическая физическая тренировка усиливает функцию сердца и доводит систолический объем до 90-110 мл в покое, а при очень больших физических нагрузках 150 и даже 200 мл. Частота сердечных сокращений при этом увеличивается до 200 и более, минутный объем соответственно до 25, а иногда и 40 л. Словом сердце спортсмена имеет десятикратный резерв мощности. Частота сердечных сокращений у нетренированного взрослого человека в покое обычно составляет 72-84 в минуту, для сердца же тренированного спортсмена в покое характерна брадикардия, т.е. частота сокращений ниже 60 ударов в минуту (иногда до 36-38). Такой режим работы более выгоден для сердца, так как увеличивается время отдыха (диастола), во время которого оно получает обогащенную кислородом артериальную кровь. Основное же различие заключается в том, что при легкой нагрузке сердце нетренированного человека увеличивает количество сокращений, а сердце спортсмена повышает ударный выброс крови, т.е. работает экономичнее. Приведенные цифры свидетельствуют о больших анатомических и функциональных резервах сердечно-сосудистой системы, раскрыть которые можно только при систематических тренировках.

Влияние спорта на дыхательную систему: физические нагрузки увеличивают число альвеол в легких, совершенствуя дыхательный аппарат и увеличивая его резервы. Установлено, что у спортсменов количество альвеол и альвеолярных ходов увеличено на 15-20 % по сравнению с таковыми у не

занимающихся спортом. Это значительный анатомический и функциональный резерв. Физические упражнения оказывают большое влияние на формирование аппарата дыхания. У спортсменов, например, жизненная емкость легких достигает 7 л. и более. При максимальных физических нагрузках частота дыхания может возрасти до 50-70 в минуту, а минутный объем дыхания до 100-150 л, т.е. в 10-15 раз превысить этот показатель, отмеченный в состоянии покоя. Хорошо развитый дыхательный аппарат – надежная гарантия полноценной жизнедеятельности клеток. Известно, что гибель клеток организма в конечном итоге связана с недостатком в них кислорода. И напротив, многочисленными исследованиями установлено, что чем больше способность организма усваивать кислород, тем выше физическая работоспособность человека (Копцев Д.А., 2012).

«В организме спортсмена под влиянием многолетних тренировочных и соревновательных нагрузок происходит функциональная перестройка. Более всего она заметна в перестройке мышечно-суставного аппарата. Первостепенным фактором, лимитирующим работу мышц, является функциональное состояние сердечно-сосудистой системы (Blomqvist G., Saltin B., 1983).»

«Сердечно-сосудистая система участвует в выполнении пяти важных функций:

1. Доставка кислорода ко всем тканям, в том числе и к работающим мышцам.
2. насыщение крови кислородом и вывод из тканей углекислого газа (малый круг кровообращения).
3. Теплообмен между тканями, органами и кожей.
4. Доставка энергетических и пластических веществ ко всем органам и тканям и отвод от них продуктов обмена.
5. Транспорт гормонов, медиаторов и иммунных веществ (Антонов А.А., 2011).»

«Физическая активность предъявляет повышенные требования ко всем этим функциям. Доставка и потребление кислорода миокардом и другими мышцами резко возрастают. Обменные процессы ускоряются, в результате чего образуется увеличенное количество продуктов распада. Расходование огромного количества питательных веществ и кислорода ведет к повышению температуры тела (Уилмор Дж. Х., 2001).»

Под влиянием физической нагрузки в сердечно-сосудистой системе происходят как мгновенные, так и долговременные изменения. Все эти изменения в конечном счете направлены на достижение оптимального обеспечения организма энергией. Поэтому при нагрузочном тестировании спортсменов универсальным и интегральным является показатель максимального потребления кислорода (МПК), отражающий функциональные возможности сердечно-сосудистой и дыхательной систем в энергообеспечении всего организма во время максимальной физической нагрузки. У элитных спортсменов при такой нагрузке минутный объем крови (МОК = сердечный выброс) может достигать 40 л/мин, а у нетренированных людей – только 20 л/мин (Basset L.R.Jr. and Howley E.T., 2000).

«Минутный объем кровообращения (МОК) является главным фактором, определяющим МПК как у спортсменов, так и у неспортсменов (Уилмор Дж. Х., 2001).»

«Физические качества человека во многом определяются работой сердечно-сосудистой системы. Рациональная адаптация сердечно-сосудистой и дыхательной системы к физическим нагрузкам, опосредованная экономизацией работы миокарда и дыхательных мышц, увеличением числа капилляров вокруг каждого мышечного волокна, оптимизацией сосудистого тонуса, во многом определяется генетическими факторами (Ахметов И.И. с соавт., 2008).»

«Целенаправленное воздействие на функциональные системы организма, определяющие физические качества человека, стимуляция и регулирование их развития посредством нормированных функциональных

нагрузок, связанных с двигательной деятельностью, является наиболее эффективным средством развития компенсаторных возможностей кардиореспираторной системы, повышения функциональных характеристик спортсмена (Маркосян А.А., 1987; Архангельская Е.В. с соавт., 2017).»

«Известно, что занятия различными видами спорта стимулируют адаптационные перестройки управления и функционирования кардиореспираторной системы, обусловленные текущими потребностями организма при выполнении спортивных нагрузок. Напряженная мышечная деятельность также сопровождается значительными метаболическими и гематологическими изменениями (Бутова О.А., 2009).»

Резервные возможности сердечно-сосудистой системы спортсменов, занимающихся скоростно-силовыми видами спорта, обусловлены сбалансированностью трофо- и эрготропных влияний и высокой степенью внутрисистемного и межсистемного гомеостаза. Адаптивные возможности организма спортсменов, занимающихся видами спорта с преимущественным проявлением выносливости, обусловлены трофотропным влиянием при возрастании роли рабочих структур автономного контура в регуляции ритма сердца. Для юношей занимающихся скоростно-силовыми видами спорта характерно увеличение значений скоростных и объемных показателей в состоянии физиологического покоя в сравнении с юношами, не занимающимися спортом, при отсутствии достоверных изменений большинства из них после нагрузки. Для юношей, занимающихся видами спорта, с преимущественным проявлением выносливости, характерно увеличение резервных возможностей дыхательной системы после нагрузки на фоне максимально высоких показателей в покое. Гомеостатический диапазон изменений параметров анаэробного энергообразования, при различных двигательных нагрузках, в процессе адаптации в юношеском организме, свидетельствует об изменении механизмов энергообразования. В организме спортсменов скоростно-силовых видов спорта в условиях физиологического покоя, роль гликолитического механизма

энергообразования энергии минимальна, при максимальном увеличении показателей после нагрузки. У спортсменов, занимающихся видами спорта, направленными на развитие выносливости, использование этих ресурсов в состоянии физиологического покоя происходит в достоверно большем объеме, причем в ответ на нагрузку происходит усиление гликолиза (Бутова О.А., 2009).

Вместе с физической нагрузкой на организм спортсмена влияют большие эмоциональные нагрузки, которые накладывают отпечаток на функциональное состояние футболиста, что вызывает большие сдвиги со стороны дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Так, в игре частота пульса у игроков может достигать 180 –200 уд./мин., а максимальное артериальное давление до 180 –200 мм. рт. ст. При ударе по мячу ЧСС –160 –170 уд./мин., а при приеме ЧСС –140 –150 уд./мин. Игра в футбол всесторонне развивает организм человека, а также способствует развитию нервно-мышечного и костно-связочного аппаратов, укрепляет дыхательную и сердечно-сосудистую системы. Футбол развивает быстроту, силу, ловкость, умение ориентироваться в пространстве и ряд других очень важных качеств (Горбачева О.А., 2017).

«Якимова Е.А. и Абушкин Р.Н. (2016) в своей работе изучили характер влияния занятий тяжелой атлетикой на функциональное состояние юных спортсменов. Результаты проведенного экспериментального исследования обнаружили изменения в состоянии организма юных спортсменов, занимающихся тяжелой атлетикой, являющиеся доказательством более высоких функциональных возможностей кардио-респираторной системы и лучшей ее приспособляемости к физическим нагрузкам, по сравнению с юношами, не занимающимися спортом.»

«Гер-Акопов Г.Н. и Корягина Ю.В. (2018) выявили факторы увеличения резервных возможностей организма высококвалифицированных спортсменов в период высотной акклиматизации. Результаты их исследования показали, что адаптация к экстремальным условиям среднегорья в период интенсивных

тренировок у высококвалифицированных спортсменов в основном обеспечивается за счет напряжения механизмов вегетативной регуляции сердечного ритма (симпатической и парасимпатической нервной системы) и усиления функций центральной гемодинамики. Это более выражено при большей двигательной активности. По мнению авторов, меньшую роль играют механизмы увеличения периферической гемодинамики и показатели работоспособности работы левого желудочка сердца.»

«Чичкова М.А. с соавт. (2018) провели электрокардиографического обследования 12 мужчин, занимающихся соревновательным бодибилдингом и 14 мужчин, занимающихся оздоровительным бодибилдингом, в возрасте от 25 до 32 лет. Исследования авторов показали, что изменения предпатологического характера со стороны сердечно-сосудистой системы чаще встречаются у спортсменов, занимающихся соревновательным бодибилдингом, а именно в 42% случаев. Предложенные авторами методы кардиологического контроля позволяют определить резервные возможности сердечно-сосудистой системы, рекомендовать индивидуальную величину физической нагрузки, определить структурный алгоритм учебно-тренировочных занятий в годовом цикле подготовки спортсменов, а также снизить риск развития патологических изменений сердечно-сосудистой системы.»

Атлетам во многих видах спорта в соревновательном цикле нередко приходится прибегать к форсированному снижению веса, ограничиваться жесткой диетой, при этом интенсивность тренировочных занятий остается на высоком уровне. Все это приводит к истощению энергетических запасов и снижению компенсаторных возможностей организма спортсменов, являясь в некоторых случаях причиной развития заболеваний сердечно-сосудистой системы. Нерациональное структурирование учебно-тренировочных занятий, может декомпенсировать регуляторно-адаптивный статус организма, определяя настоящий и дальнейший ход адаптации.

Службин П.С. с соавт. (2018) определили эффективность игровых

спортивных нагрузок (спортивная игра в футбол) в поддержании достаточного уровня физической работоспособности и функциональных возможностей кардиореспираторной системы у мужчин второго зрелого возраста. В работе применялись педагогические, физиологические и статистические методы. В исследовании приняли участие 40 мужчин в возрасте от 45 до 60 лет. В результате проведения 3 этапов наблюдений было установлено, что уровень физической работоспособности и функциональные возможности кардиореспираторной системы, как в покое, так и после нагрузочного тестирования у мужчин пожилого и зрелого возраста регулярно занимающихся игровыми тренировками были сравнительно выше относительно не занимающихся сверстников. В этой связи рекомендовать физкультурно-спортивные занятия футболом, как оптимальные нагрузки для мужчин второго зрелого возраста, способствующие поддержанию достаточного уровня физической работоспособности и профилактирующие сердечно-сосудистые и дыхательные расстройства.

Поняев В.В. с соавт. (2015) провели комплексный анализ клинико-физиологических показателей, характеризующих уровень функционирования сердечно-сосудистой системы в зависимости от возраста и уровня спортивного мастерства. Авторами установлена их диагностико-прогностическая информативность для отбора и прогноза спортивной деятельности юных футболистов. В ходе выполнения работы выявлено, что гиперкинетический, нормокинетический, гипокинетический типы могут рассматриваться как варианты физиологической нормы, обеспечивающие возможность оптимальной адаптации к тренировочным нагрузкам без патологических проявлений.

1.3. Вариабельность сердечного ритма, ее роль в функциональном состоянии спортсменов

«За последние пять десятилетий, прошедших от предложения

использовать анализ variability сердечного ритма в клинической, космической, экспериментальной медицине, интерес к данному методу не снижается, и оценка variability сердечного ритма находит все более широкое развитие как в России, так и за рубежом. Метод variability сердечного ритма основан на регистрации QRS-комплексов, измерении временных интервалов между R-зубцами электрокардиограммы, построении динамических рядов кардиоинтервалов с последующим математическим анализом. В соответствии с разработками, выводами и положениями отечественных исследователей анализ variability сердечного ритма рассматривается в качестве метода оценки состояния механизмов регуляции, в частности, общей активности регуляторных механизмов, нейрогуморальной регуляции деятельности сердца, соотношения активности симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы (Баевский Р.М., 2001).»

Зачастую именно сердечно-сосудистая система является системой, лимитирующей выполнение максимальных физических нагрузок у спортсменов различных видов спортивных специализаций. При этом у спортсменов — представителей ситуационного профиля деятельности существенная роль отводится и вегетативной нервной системе, обеспечивающей максимально эффективное, адекватное запросу работающих органов функционирование сердца и сосудов. Анализ сердечного ритма у спортсменов является именно такой методикой, которая позволяет объективно оценивать функциональное состояние спортсменов — представителей игровых видов спорта. Специфика их соревновательной и тренировочной деятельности предъявляет особые требования к уровню функциональной подготовленности игрока (Ю.М.Макаров 2013; Delextrat A., 2012).

«Интерес к исследованиям variability сердечного ритма (BCP) в нашей стране начал активно развиваться с 60-х годов 20-го века в связи с работами Парина В.В., Баевского Р.М. (1966).»

Сердце является универсальным индикатором всех воздействий на организм. Его нервная регуляция осуществляется через симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы, которые в свою очередь связаны с более высокими уровнями регуляции: с подкорковым сердечно-сосудистым центром, с высшими вегетативными центрами и с корой головного мозга. Все физические и психические нагрузки отражаются на деятельности сердца, в том числе на сердечном ритме. Информация о состоянии систем, управляющих деятельностью сердца, скрыта в колебаниях длительности сердечного цикла. Под влиянием систематической тренировки происходит перестройка механизмов регуляции сердечного ритма, улучшается качество регуляции сосудистого тонуса, нарастает экономичность и эффективность системы в условиях покоя и в период мышечной деятельности (Баевский Р.М., Мотылянская Р.Е., 1986).

Способность организма адаптироваться к изменяющимся условиям среды и поддерживать оптимальное состояние гомеостаза является одним из важнейших показателей состояния здоровья. В зависимости от резервных возможностей организма, являющихся «генетическим багажом здоровья», приспособительные реакции протекают по-разному. Снижение функциональных резервов организма ведет к напряжению его регуляторных систем, что предшествует состоянию дезадаптации и срыву адаптации, определяются как донозологические состояния. Донозологические состояния отличаются более высоким, чем в норме, напряжением регуляторных систем, что ведет к повышенному расходованию функциональных резервов организма (Баевский Р.М. с соавт., 1996).

«Исследование variability сердечного ритма основано на следующих концепциях (Баевский Р.М., 2001):

Колебания сердечного ритма можно рассматривать с позиций общего адаптационного синдрома, а систему кровообращения – как индикатор адаптивных реакций целостного организма.

Оценивать ВСР следует как результат взаимодействия многоконтурной,

иерархически организованной многоуровневой системы управления физиологическими функциями, доминирующая роль отдельных звеньев которой определяется текущими потребностями организма. Основой такого подхода являются положения биологической кибернетики и теории функциональных систем П. К. Анохина. Двухконтурная модель регуляции синусового узла включает взаимосвязанные и взаиморегулируемые уровни: автономный (ассоциированный с дыхательной аритмией) и центральный (не дыхательная аритмия). Взаимосвязь обусловлена нервными и гуморальными аспектами. Состояние покоя характеризуется превалированием активности автономного контура, психоэмоциональные и физические нагрузки на организм приводят к вовлечению в регуляцию центрального контура.

Третья концепция, принцип которой широко используется зарубежными учеными, основана на регуляции сердечного ритма посредством рефлекторных (механических), нервных и гуморальных механизмов. Как в покое, так и во время физической нагрузки короткие периодические модуляции частоты сердечных сокращений и артериального давления являются результатом комплексного взаимодействия центральных и периферических регуляторных систем: снижение и повышение артериального давления, согласованное с фазой дыхательного цикла, вторично индуцирует дыхательную вариабельность ритма посредством барорефлекторного эффекта (Cottin F., 2008).»

Ритм сердечных сокращений, регулируемый через симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы, очень чутко реагирует на любые стрессорные воздействия (Баевский Р.М., 1993), а спортивная деятельность и является таким возмущающим воздействием.

Известно, что симпатический и парасимпатический баланс могут быть изучены с использованием показателей вариабельности сердечного ритма а занятия физической культурой и спортом приводят к изменениям вегетативного баланса (Михайлов В.М., 2002).

«Гашева Д.Р. с соавт. (2015), изучили динамику показателей

вариабельности сердечного ритма у юных футболистов в течение года на протяжении двух учебных лет в возрасте от 14 до 16 лет. В конце второго учебного года исследования всех детей, занимающихся футболом, по степени активации парасимпатического отдела вегетативной нервной системы авторы разделили на четыре группы: у 45,46% мальчиков регистрируются нормальные значения; 36,36% детей имеют напряжение механизмов адаптации; по 9,09% учащихся заканчивают учебный год с неудовлетворительной адаптацией и напряжением механизмов адаптации. Средние величины показателя моды (M_0), характеризующего гуморальный канал регуляции сердечного ритма у мальчиков 14-16 лет, не занимающихся спортом, и у юных футболистов на протяжении первого и второго года исследования находились в пределах значений, которые классифицируются как состояние нормы. На второй год исследования наблюдается высокая активность центральных структур управления сердечной деятельностью на фоне высокой активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, что указывает на высокие резервные возможности организма.»

«Ашурова Д.Т. с соавт. (2015), из обследованных 40 детей спортсменов у 16 исследованных определились различные изменения со стороны сердечно-сосудистой системы. Обследуемых спортсменов разделили на две группы: первая группа – с физиологическими изменениями функции сердца как следствие адаптации к физическим нагрузкам; вторая группа – с патологическими изменениями функции сердца, вызванных чрезмерной физической нагрузкой и наличием очагов хронической инфекции. Первая группа составляла 15% (6 человек), вторая – 25% (10 человек) от всего количества обследованных спортсменов. В процессе обследования было установлено, что среди футболистов 7-14 лет независимо от типа кровообращения по данным ЭКГ контроля, проводимого до и после дозированной физической нагрузки, преобладают лица с умеренными нарушениями автоматизма и метаболическими изменениями в миокарде (29%), реже встречаются нарушения проводимости и возбудимости (5%).

Функциональные изменения сердечно сосудистой системы у юных спортсменов при физиологических пределах нагрузок отмечались в 40% случаев обследованных детей спортсменов, у 20% обследованных наблюдались нарушения ритма, у 12,5% – нарушение проводимости; симптом укороченного PQ–CLC у 7,5% исследованных. При уширении интервала QRS до 0,12 секунд с наличием блокады левой ножки пучка Гиса требуется проведение дальнейших исследований, так как эти изменения могут свидетельствовать о значимом органическом поражении миокарда.»

«Калинина И.Н. с соавт. (2015), изучили основные гемодинамические показатели, а также показатели вегетативной регуляции ритма сердца в покое и при выполнении активной ортостатической пробы 89 футболистов массовых разрядов и 40 юношей, не занимающихся спортом (группа контроля). Анализ основных параметров гемодинамики в обеих группах показал, что в условиях относительного покоя более экономично, с хорошим кровоснабжением миокарда сердечно-сосудистая система функционирует у обследуемых основной группы, при этом напряжения механизмов адаптации не наблюдается. Особенностью вегетативного статуса футболистов массовых разрядов является наличие высоких значений общей мощности спектра variability сердечного ритма, что характеризует высокий уровень адаптивности. Активная ортостатическая проба также лучше переносится футболистами, нежели юношами, не занимающимися спортом. У футболистов массовых разрядов при изменении положения тела в направлении горизонтальное-вертикальное выявлено гораздо меньшее возрастание доли симпатического компонента в общем спектре значений ВРС, чем у лиц, не занимающихся спортом. При этом уровень централизации в управлении сердечным ритмом свидетельствовал о ненапряженном балансе приспособительных систем. Полученные данные характеризуют функциональное состояние сердечно-сосудистой системы футболистов как хорошее и позволяют использовать их в динамическом этапном и срочном контроле.»

«Многочисленные исследования показали, что спортсмены имеют повышенный уровень парасимпатических влияний на вариабельность сердечного ритма по сравнению с лицами, которые не занимаются физической культурой и спортом (Макаров Ю.М., 2013).»

«Иванова Н.В., Дворяков М.И. (2015), изучая вариабельность сердечного ритма спортсменов циклических видов спорта в подготовительном и соревновательном периодах подготовки, пришли к выводу, что в подготовительном периоде отмечалось преобладание парасимпатической активности, что в условиях покоя является показателем значительного адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы. В соревновательном периоде увеличилась степень напряжения регуляторных механизмов, что обусловлено высоким психоэмоциональным напряжением во время соревнований.»

В исследованиях Зиддиновой Л.М. (2017) рассмотрен ряд симптомов, включая изменение функционирования вегетативной нервной системы, ассоциированных с синдромом перетренированности у спортсменов. Проведен анализ вариабельности сердечного ритма, как метода выявления состояния утомления в целях предупреждения перетренированности у спортсменов. По данным автора, определение вариабельности сердечного ритма у спортсменов может иметь практическое значение, так как это позволит более эффективно управлять тренировочным процессом при сохранении здоровья спортсмена, а также проводить спортивный отбор, возможность прогнозирования конечного результата.»

«По мнению Питкевич Ю.Э. (2010), вариабельность сердечного ритма как метод оценки и диагностики функционального состояния организма, его резервных возможностей, состояния вегетативной нервной системы и механизмов регуляции нашла широкое применение в различных областях медицины. В спортивной медицине данный метод привлекает внимание возможностью оперативной оценки функционального состояния организма спортсменов, которая может быть осуществлена за несколько минут как в

стационарных условиях, так и в ситуации учебно-тренировочных сборов и соревнований. Высокая чувствительность и специфичность метода диктуют необходимость учитывать ряд индивидуальных критериев: возрастно-половые особенности, направленность тренировочного процесса, объем и интенсивность текущих психоэмоциональных и физических нагрузок, наличие симптомов переутомления, перетренированности, перенапряжения, суточную периодичность, аппарат, использованный для анализа. Это позволит избежать ошибок в интерпретации данных в ходе динамического наблюдения за спортсменом и при сравнении результатов тестирования атлетов различных групп выполненных в различных учреждениях.

1.4. Потребление кислорода у спортсменов, значение и методы определения

«Общеизвестен факт, что в процессе тренировочных занятий осуществляется развитие специальной выносливости, т.е. способности спортсмена к длительному выполнению специальной напряженной мышечной деятельности. Согласно исследованиям физиологов, высокоэффективное функционирование всех систем организма спортсмена обеспечивается максимальным количеством потребляемого им кислорода, который поступает в организм через систему внешнего дыхания, транспортируется по кровеносным сосудам, в результате чего происходит снабжение в важной с точки зрения спортивной деятельности мышечной ткани. Такую способность организма принято называть максимальной аэробной производительностью (МАП), установление уровня которой производится путем измерения максимального объема (V) кислорода (O₂), потребляемого за одну минуту (V-макс. л/мин). Данный показатель – максимальное потребление кислорода (МПК), вычисляется путем нахождения значения соотношения максимального объема (V-макс) потребляемого кислорода к относительному весу тела человека. Разработаны

методы определения МПК, которые достаточно широко используются в практике работы со спортсменами, поскольку данный показатель позволяет судить об аэробных возможностях организма, а следовательно, и о развитии такого физического качества, как выносливость (Уенгена, Г. Е., Грина Г., 1998).»

«Аэробная производительность характеризует в первую очередь состояние кардиореспираторной системы, что наряду с другими функциональными свойствами организма, определяет физическую работоспособность человека, а так же и уровень его здоровья (Агаджанян Н. А., 2000).»

«Для оценки аэробной работы, то есть деятельности, связанной с кислородотранспортной функцией, показательным является определение потребления кислорода прямым методом (Карпман В.Л. с соавт., 1988).»

По мнению ВОЗ, максимальное потребление кислорода является одним из наиболее информативных показателей функционального состояния кардиореспираторной системы, ее резервов, системы энергетического метаболизма, аэробного потенциала организма и уровня здоровья. Максимальное потребление кислорода характеризует высшую границу доступного организму уровня окислительных процессов, предельно усиленной мышечной работой. Максимальное потребление кислорода зависит от многих факторов: совершенства кислородтранспортной системы (работы сердечно-сосудистой системы — в частности объема сердечного выброса, содержания гемоглобина и здоровья респираторной системы), способности скелетных мышц усваивать поступающий кислород, пола, возраста атлета, вида спорта, спортивной квалификации спортсмена, массы и композиционного состава его тела. Следует заметить, что, по мнению ряда авторов, показатели максимального потребления кислорода являются генетически детерминированными (например, преобладание медленных мышечных волокон). На уровень максимального потребления кислорода влияют факторы окружающей среды, а именно вид спортивной тренировки,

которая требует специфической нагрузки на разные группы мышц. Таким образом, спортивная тренировка в различных видах спорта, особенно циклических, направленная на развитие аэробной производительности организма, может довести показатель максимального потребления кислорода до верхнего предела ее границ и повысить физическую работоспособность организма (Коц Я.М., 2007).

«При определении максимального потребления кислорода в лабораторных условиях наиболее часто применяется метод ступенчатого увеличения дозированных физических нагрузок. Условиями корректного проведения исследований со ступенчато повышающейся нагрузкой являются следующие: а) длительность работы на каждой ступени должна быть достаточной для развертывания функций организма; б) количество последовательных повышений мощности работы должно составлять не менее 4–5 для вычисления необходимых эргометрических показателей (Niederberger M., 1992).»

«Для определения максимального потребления кислорода по результатам теста PWC 170 наиболее часто используется формула, предложенная Карпманом В.Л. (1988):

$$VO_{2max} = 1,7 * PWC170 + 1240,$$

Где VO_{2max} – максимальное потребление кислорода; PWC170 – показатель расчетной (или прямой) мощности нагрузки в тесте с определением PWC170.»

Проведен сравнительный анализ динамики физиологических показателей при максимальном нагрузочном тестировании группы спортсменов на велоэргометре и бегущей дорожке (тредбан). Показано, что кроме высоких максимальных значений показателей, таких как пиковое потребление кислорода и пиковая частота сердечных сокращений, достигнутых в тредбан-тесте, обнаруживается различный характер их трендов в процессе выполнения теста. Этот факт обусловлен различным характером и амплитудой физиологических изменений при тестировании на

различных типах эргометров. Данное явление имеет значение при расчете и интерпретации непрямых показателей работоспособности (Павлов В.И. с соавт., 2013).

Помимо функционально-диагностических исследований в состоянии покоя как у физически неактивных людей, так и у спортсменов с давних пор стали использовать сначала простейшие нагрузочные тесты, а затем стендовые эргометрические испытания, преимущественно на тредмиле или велоэргометре (Аулик И.В., 1990). Однако вплоть до последнего времени в качестве тестов у спортсменов часто используют нагрузки с регистрацией только электрокардиограммы и артериального давления. Полученные при этом данные позволяют лишь выявить неблагоприятные изменения в виде чрезмерного повышения давления, возникновения ишемии миокарда или нарушений ритма сердца (Михайлов В. М., 2005). Сведения о физической работоспособности спортсмена таким образом получить трудно. Исследования должны быть дополнены анализом газообмена, транспорта кислорода (O₂), центрального и периферического кровообращения. Этой цели отвечает нагрузочное тестирование с эргоспирометрией, позволяющее определить текущие и резервные возможности кардиореспираторной системы (Белоцерковский З. Б., 2005).

«При интерпретации результатов тестов с нагрузкой используют ряд показателей, отражающих реакции организма в ответ на нее. Наиболее частыми параметрами, которые подвергаются анализу, согласно К. Wasserman и соавт., являются максимальное потребление кислорода и порог анаэробного обмена, или анаэробный порог (англ. anaerobic threshold).»

«Максимальное потребление кислорода представляет собой наивысший уровень (предел, лимит) утилизации кислорода, возможный у исследуемого организма. В физиологии и в спортивной медицине данный показатель часто именуется аэробной мощностью (Волков Н.И., 2000). Это связано с тем, что потребление кислорода при постепенно возрастающей нагрузке зависит от уровня функционирования кардио-респираторной системы и нарастает

пропорционально увеличению мощности выполняемой работы (Михайлов В. М., 2005). Поэтому в клинической медицине существует тенденция выразить механические параметры работы через показатель потребления кислорода. Как правило, при этом используется такая единица измерения, равная 3,5 мл/мин/кг, что соответствует потреблению кислорода человека на уровне основного обмена (минимальная интенсивность функционирования аэробных процессов, необходимая для обеспечения базовых потребностей жизнедеятельности) (Уилмор Дж. Х., 2001).»

«Процесс аэробного энергообеспечения важен не только в видах спорта на выносливость (в так называемых циклических видах спорта). Так, в игровых видах аэробный метаболизм превалирует в течение игры, длящейся, как правило, строго определенное время. В свою очередь, все действия высокой интенсивности, выполняемые за счет анаэробного механизма (ускорения, рывки, удары по мячу и др.), происходят в течение 90 минут матча на фоне процессов аэробного метаболизма (Орджоникидзе З. Г. с соавт., 2007).»

«Понятие максимального потребления кислорода сформулировал в 20-х годах прошлого столетия А. Hill. Лимит возможной утилизации кислорода является одним из показателей физической формы, тренированности. Согласно К. Wasserman и соавт., он обычно предопределен следующими физиологическими составляющими (Янесен П., 2001):

- максимальным сердечным выбросом;
- содержанием кислорода в крови;
- фракцией распределения сердечного выброса в работающие мышцы;
- возможностью усвоения кислорода мышцами.»

«В.Л. Карпман и соавт. считают уместным более четкое разграничение центральных и периферических механизмов транспорта кислорода как факторов, предопределяющих максимальное потребление кислорода, и более подробную их детерминацию (Карпман В.Л., 1988). «

«Так, к центральным механизмам они относят:

- минутный объем кровотока (сердечный выброс), зависящий суммарно от совместных физиологических характеристик хронотропности и инотропности миокарда;

- жесткость артериальных сосудов;

- депонирование крови в мышцах и емкостных сосудах (венозный возврат).»

«Периферический лимитирующий механизм связан с транспортом кислорода к системе клеточных митохондрий; к его детерминантам относят (Аулик И. В., 1990):

- содержание кислорода в капиллярной крови;

- сродство кислорода к гемоглобину в капиллярах;

- скорость капиллярного кровотока;

- число функционирующих нутритивных капилляров.»

Морфология и функция органов наружного дыхания (бронхолегочная система), определяющие дыхательную емкость, способны детерминировать верхний предел максимального потребления кислорода только в том случае, если вентиляция недостаточна для элиминации углекислого газа, образованного вследствие аэробного метаболизма, и бикарбоната, продуцируемого при буферировании молочной кислоты (Уилмор Дж. Х., 2001). У здоровых людей это встречается достаточно редко в силу особенностей системы насыщения крови O₂ и других звеньев кислородтранспорта.

«Однако нельзя исключить, что при утомлении мускулатуры, участвующей в акте дыхания, функция бронхолегочной системы может стать лимитирующим фактором, нарушая, кроме того, полноценную работу бикарбонатной буферной системы (Уилмор Дж. Х., 2001).»

«При использовании различных тестирующих протоколов с возрастающей физической нагрузкой и при расчете максимального потребления кислорода прямым методом (при помощи газоанализа в эргоспирометрическом тесте) максимальное потребление кислорода

определяют при отсутствии нарастания потребления кислорода несмотря на возрастание мощности выполняемой работы. Однако на практике отсутствие это не бывает полным, так как уровень потребления кислорода продолжает возрастать со сколь угодно малой скоростью по отношению к мощности нагрузки. Поэтому приняты следующие критерии определения максимального потребления кислорода:

- показатель потребления кислорода, при котором прогрессирующее увеличение мощности работы не в состоянии повысить его более чем на 150 мл/мин;
- достижение максимального потребления кислорода может быть констатировано при невозможности потребления кислорода значимо возрастать по отношению к уровню работы (< 10 мл/мин/Вт) (Янсен П., 2001).»

Таким образом, максимальное потребление кислорода представляет собой наивысшую степень потребления кислорода, усредненную за 20–30-секундный период. Когда данный показатель перестает нарастать, перестает нарастать и потребление кислорода. Значит, потребление кислорода достигло максимума.

«К. Wasserman и соавт. указывают, что только около трети здоровых людей достигают плато потребления кислорода. После выполнения определенного количества «ступеней» работы в течение одного теста кривая потребления кислорода постепенно изгибается, приближаясь к своему плато (данное явление иногда называют «феноменом выколаживания», или level-off-феноменом) (Павлов В.И. с соавт., 2013).»

В. Л. Карпман и соавт. (1988) утверждают, что среди спортсменов уровня максимального потребления кислорода достигают только 50% тестируемых.

«Следует отметить, что при нагрузке высокой интенсивности потребление кислорода не полностью эквивалентен уровню всех высокоэнергетических фосфатов, использованных индивидуумом. Не

учитывается энергообеспечение в ходе распада фосфокреатина и в процессе анаэробного гликолиза, который завершается цепью реакций синтеза лактата (Уилмор Дж. Х., 2001).»

«Способность выполнять аэробную работу определяется не только уровнем максимального потребления кислорода, но и показателями порога анаэробного обмена. По данным J. Hoff и соавт., игрок в современном футболе пробегает около 10 км с интенсивностью работы на уровне порога анаэробного обмена, или 80–90% от максимальной частоты сердечных сокращений. Существует также положительная корреляция между максимальным потреблением кислорода и расстоянием, которое преодолевает игрок в течение матча, с распределением мест в европейских чемпионатах. В практике спортивной медицины порог анаэробного обмена традиционно рассматривают как маркер «аэробной эффективности». В основе способов измерения порога анаэробного обмена – попытка определить начало отчетливого усиления процессов анаэробного гликолиза, ведущего к выраженному повышению производства молочной кислоты. Порог анаэробного обмена также обозначается как показатель потребления кислорода, достигнутый при выполнении теста с физической нагрузкой, выше которого кинетика потребления кислорода замедлена, а работа не может быть долгой вследствие отсутствия истинно устойчивого состояния (Уилмор Дж. Х., 2001).»

Наиболее приемлемым в практике, по мнению Павлова В.И. с соавт. (2013), является определение, введенное J. Hoff и соавт., согласно которому порог анаэробного обмена – это наивысшая интенсивность нагрузки, частота сердечных сокращений или потребление кислорода при работе большой группы мышц, в течение которой молочная кислота утилизируется с такой же скоростью, с какой синтезируется. Таким образом, к основным биохимическим изменениям, происходящим выше уровня АТ, относится развитие метаболического ацидоза с нарастанием концентрации лактата в крови и соотношения лактат/пируват. Уровень бикарбоната плазмы

снижается прямо противоположно нарастанию содержания лактата на определенном уровне потребления кислорода, который зависит от степени физической готовности и качества выполнения аэробной работы. Легочная вентиляция по достижении уровня порога анаэробного обмена стимулируется метаболическим ацидозом вследствие аккумуляции лактата. Нарастание уровня легочной вентиляции, в основном вследствие роста частоты дыхания, зависит от выраженности лактат-ацидоза и интенсивности работы. Следует отметить, что скорость достижения порога анаэробного обмена зависит от количества работающих мышечных групп. Концепция порога анаэробного обмена имеет большое практическое значение, позволяя отслеживать границу между аэробной и анаэробной зонами работы. Важным является как абсолютный уровень порога анаэробного обмена (мл/мин/ кг), так и его относительный показатель в сопоставлении с максимальным потреблением кислорода (процент от максимального потребления кислорода) (Аулик И. В., 1990; Карпман В.Л. с соавт., 1988).

В практическом плане важно знать, что часто порог анаэробного обмена не представляет собой одной точки, а является «размытым», хотя и относительно плотным участком на графиках, отражающих соотношение выполняемой работы и динамики физиологических показателей. Здесь все зависит от величины так называемой зоны изокапнического буферирования, т. е. величины участка, когда буферные системы организма уже почти полностью задействованы, но еще способны удерживать в рамках физиологических констант концентрацию H^+ -ионов (уровень pH). В силу этого иногда еще выделяют начало зоны изокапнического буферирования (аэробный переход) и ее окончание (анаэробный переход) (Волков Н.И., 2001).

«При этом предпринимаются попытки определить начало и окончание зоны изокапнического буферирования по динамике содержания лактата (2–4 ммоль/л) либо по динамике газовых эквивалентов (соответственно окончание падения и начало роста). Однако единого мнения по поводу существования

порога анаэробного обмена нет, свидетельством чему является позиция Г. Тибо и Ф. Перроне, которые считают концепцию порога анаэробного обмена заблуждением (Тибо Г., 2006).»

При использовании эргоспирометрии в качестве аппаратного метода нагрузочного тестирования можно определять функциональные характеристики спортсменов, подверженные значительным индивидуальным и групповым колебаниям. Это тем более важно, что остаются не проясненными до конца все стороны физиологического энергообеспечения физических нагрузок, особенно высокоинтенсивных. Для объективной оценки в каждом виде спорта, где требуется качество аэробной выносливости, необходимо разрабатывать определенные стандарты с использованием соответствующих методов, в частности метода газоанализа (эргоспирометрии) при выполнении нагрузочных тестов (В.И. Павлов с соавт., 2013).

«Методики развития аэробных и анаэробных способностей достаточно хорошо представлена во многих циклических видах спорта. Для футболистов, согласно данным исследований Э.Л. Можаяева (2018), достаточно организовывать 3 дня в неделю во второй (финальной) части тренировочного занятия бег 50 м с максимальной скоростью, с последующим выполнением медленного бега 350 м, повторяя указанную серию 2-3 раза во время одного занятия. По мере адаптации к физическим нагрузкам необходимо постепенно увеличивать дистанцию скоростного (высокоинтенсивного) бега, одновременно увеличивая скорость «медленного» до среднего темпа, доводя суммарную преодолеваемую спортсменом дистанцию до 5 км, а интенсивность его выполнения – до максимального значения.»

«Коковкин А.В. с соавт. (2014) в своих исследованиях выяснили, что рациональное сочетание тренировочных нагрузок различной направленности, сочетание нагрузки и отдыха в целостном тренировочном процессе, введение специальных восстановительных микроциклов и

профилактических разгрузок приводит к повышению физической работоспособности и максимального потребления кислорода и ускорению восстановительных процессов в организме борцов.»

«Астахов А.В. с соавт. (2015), разработали методику экспресс-тестирования, позволяющую выявлять порог анаэробного обмена и уровень максимального потребления кислорода, не используя при этом дорогостоящего оборудования и не прибегая к максимальным физическим нагрузкам. В качестве нагрузки авторами было предложено беговое задание – пробегание дистанции 500 м по дорожке стадиона (или по любой промеренной трассе) за 125-126 с с фиксацией ЧСС на финише. В эксперименте приняли участие две группы спортсменов. Первая группа – спортсмены высшей спортивной квалификации: лыжники, легкоатлеты и ориентировщики. Вторая группа состояла из спортсменов массовых разрядов. Статистический анализ взаимосвязи результатов тестирования, полученных в лабораторных условиях, и при экспресс-тестировании показал высокую тесноту связи ($r = 0,8 - 0,9$).»

«Функция аэробной системы энергообеспечения у футболистов подвергается постепенной деградации уже начиная с возраста 16-17 лет (когда она, вероятно, является большей частью сформированной), что особенно заметно при пересчете максимального потребления кислорода на килограмм массы тела. Система бескислородного (анаэробного гликолитического) метаболизма у футболиста, как правило, продолжает активно формироваться примерно до 30-летнего возраста. В возрасте старше 30 лет у спортсменов, занимающихся футболом, продолжает постепенно угасать функция аэробного энергообеспечения, и начинает регрессировать анаэробный гликолитический метаболизм. (Орджоникидзе З.Г., 2009).»

ГЛАВА 2. МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Методы исследования

Для решения поставленных задач нами были использованы следующие методы исследования:

- анализ научно-методической литературы;
- методы исследования функционального состояния кардио-респираторной системы;
- педагогический эксперимент;
- методы математической статистики.

Анализ научно-методической литературы. Анализировались данные научной литературы, посвященные исследованию функционального состояния организма и его значения в современном футболе, роли кардио-респираторной системы в функциональном состоянии спортсменов, вариабельности сердечного ритма и ее роль в функциональном состоянии спортсменов, потреблению кислорода у спортсменов, значению и методам его определения

После этого была сформирована концепция исследования и методологический аппарат, и подбирались методы изучения гемодинамики у футболистов.

Методы исследования функционального состояния кардио-респираторной системы футболистов включали:

1. **Определение максимального потребления кислорода (МПК).** Для определения МПК использовали велоэргометр Monark Ergomedic 839E (Швеция) с выполнением протокола Astrand. Оценка МПК с помощью велоэргометра проводилась на основе субмаксимальной рабочей нагрузки. Испытуемый выполнял педалирование на велоэргометре. Нагрузка подбиралась индивидуально, таким образом, чтобы в конце пятой минуты

частота сердечных сокращений достигала 150-160 уд./мин.

2. Жизненная емкость легких (ЖЕЛ). ЖЕЛ определяли с помощью портативного микропроцессорного спирографа СМП-21/01-«Р-Д» (Россия).

3. Вариабельность сердечного ритма. Для исследования вариабельности сердечного ритма использовали аппаратно-программный комплекс «Biomouse» (Россия), который позволяет проводить графическую регистрацию и математическую обработку фотоплетизмограмм. Исследование вариабельности сердечного ритма проводили после 10-минутного отдыха, при спокойном дыхании. Регистрацию выполняли натощак или спустя 1,5-2,0 часа после еды.

Анализировались следующие показатели сердечного ритма:

- **Частота сердечных сокращений (ЧСС);**
- **Длительность среднего кардиоинтервала;**
- **Длительность максимального и минимального кардиоинтервала;**
- **Вариационный размах (ВР)** – разность максимальных и минимальных значений кардиоинтервалов. ВР рассматривают как парасимпатический показатель. Нормальные значения ВР –от 0,15 до 0,45.
- **Мода (Мо)** – диапазон значений наиболее часто встречающихся кардиосигналов. Указывает на доминирующий уровень функционирования синусового узла;
- **Амплитуда моды (АМо)** – отношение количества RR-интервалов со значениями, равными Мо к общему количеству RR интервалов в процентах. Нормальные значения равны 30-50%.
- **Индекс напряженности регуляторных систем (ИН)** – отражает степень централизации управления сердечным ритмом. В норме находится в пределах 50-150 условных единиц. Показатель чувствителен к усилению тонуса симпатической нервной системы.
- **Индекс вегетативного равновесия** – указывает на соотношение активностей симпатического и парасимпатического отделов ВНС.

Нормальные значения от 35 до 145 условных единиц.

- **Вегетативный показатель ритма** – позволяет судить о вегетативном балансе с точки зрения автономного контура регуляции.
- **Показатель активности процессов регуляции (ПАПР)** – отражает соответствие между активностью парасимпатического отдела ВНС и ведущим уровнем функционирования синусового узла. Нормальные значения находятся в пределах 15-50 условных единиц.
- **Высокочастотная составляющая спектра (HF)** – отражает преимущественную роль парасимпатического отдела ВНС в формировании колебаний в данном диапазоне частот. Мощность в этом диапазоне частот увеличивается во время дыхания с определенной частотой и глубиной.
- **Низкочастотной составляющей спектра (LF)** – физиологическая интерпретация данного показателя неоднозначна. Считается, что на мощность в этом диапазоне частот влияют как изменения тонуса парасимпатического, так и симпатического отделов вегетативной нервной системы (MalikM., CammА.J., 1993).
- **Отношение LF/HF** – характеризует соотношение симпатических и парасимпатических влияний, при этом, при повышении тонуса симпатического отдела данный показатель значительно возрастает, при ваготонии – наоборот. Отмечено значительное увеличение мощности LF при психологическом стрессе, умеренной физической нагрузке у здоровых лиц, поэтому в последнее время распространена точка зрения, что мощность в диапазоне LF, как и показатель LF/HF, отражают активность симпатического отдела ВНС (Баевский Р.М., 2000).

Методы математической статистики

Полученный в эксперименте цифровой материал был обработан статистически с использованием t – критерия Стьюдента (Железняк Ю. Д., Петров П. К., 2002) . Результаты рассматривали как достоверные, начиная со

значения $p < 0,05$.

2.2. Организация исследований

Исследование состояло из нескольких взаимосвязанных этапов:

На первом этапе (сентябрь 2017 - май 2017 года) проводили анализ и обобщение литературы по исследуемой проблеме, определялся комплекс методов исследования.

На втором этапе были определены объект и предмет, цель исследования, поставлены задачи и сформулирована гипотеза. На этом же этапе происходил подбор методов исследования функционального состояния кардиореспираторной системы футболистов.

На третьем этапе проходил педагогический эксперимент. Он продолжался с сентября 2018 по апрель 2019 года. Во время проведения эксперимента исследовалось функциональное состояние кардиореспираторной системы футболистов сборной НИУ «БелГУ» в годичном цикле подготовки. В исследованиях приняли участие 12 футболистов 18-21 летнего возраста. Тренировочный процесс проходил по программе, разработанной на кафедре спортивных дисциплин факультета физической культуры Педагогического института. Тренер команды Руцкой И.А. Футболисты тренировались три раза в неделю по два часа. В осенний и весенний период тренировки проходили на футбольной площадке спортивного комплекса «Буревестник». В зимний период – в игровом зале. Команда принимала участие в универсиаде вузов Белгородской области, спартакиаде НИУ «БелГУ».

Исследование показателей функционального состояния кардиореспираторной системы футболистов проводили в лаборатории функциональной диагностики факультета физической культуры Педагогического института НИУ «БелГУ». Исследования проводились утром натощак в состоянии покоя.

До начала эксперимента в сентябре 2018 года было проведено предварительное исследование, целью которого было определение исходного функционального состояния кардио-респираторной системы футболистов сборной НИУ «БелГУ». Далее, в течение годового цикла тренировки проводился педагогический эксперимент. По окончании педагогического эксперимента в апреле 2019 года провели контрольное исследование функционального состояния кардио-респираторной системы футболистов.

Четвертый этап (апрель 2019 года) педагогического эксперимента был посвящен обработке полученных результатов с помощью методов математической статистики и написанию магистерской диссертации.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 3.1 представлены средние групповые показатели функционального состояния кардио-респираторной системы футболистов в начале и конце тренировочного цикла.

Таблица 3.1

Показатели функционального состояния кардио-респираторной системы футболистов ($M \pm m$)

Показатели, ед. изм.	В начале тренировочного цикла	В конце тренировочного цикла	Разница	t	p
МПК, мл/кг/мин	49,5±3,56	54,4±3,55	4,9	0,9	>0,05
ЖЕЛ, л	5,2±0,26	5,6±0,34	0,4	0,9	>0,05
ЧСС, уд./мин	61,6±3,34	58,3±2,21	3,3	0,8	>0,05
Средний кардио-интервал, мс	993,7±51,90	1037,2±42,21	43,5	0,6	>0,05
Мин. интервал, мс	863,7±44,77	891,1±40,01	27,4	0,5	>0,05
Макс. интервал, мс	1152,8±47,30	1159,2±41,14	6,4	0,1	>0,05
Вариаци. размах, мс	289,2±25,88	266,6±32,20	22,6	0,6	>0,05
Ср. кв. отклонение, мс	64,2±7,56	63,1±10,32	1,1	0,1	>0,05
Мода, мс	1005,0±64,21	1066,0±42,55	61,0	0,8	>0,05
Амплитуда моды, %	33,6±2,81	32,4±4,23	1,2	0,2	>0,05
Индекс напряжения (ИН), у.е.	68,1±14,72	61,4±15,43	6,7	0,3	>0,05
Индекс вегетативного равновесия (ИВР), у.е.	131,0±25,87	130,1±23,41	0,9	0,1	>0,05
Показатель активности процессов регуляции (ПАПР), у.е.	34,80±3,57	32,38±3,52	2,4	0,5	>0,05
Вегетативный показатель ритма (ВПР), у.е.	3,9±0,54	3,8±0,25	0,1	0,2	>0,05
HF, мс	217,3±22,29	208,1±29,51	9,2	0,3	>0,05
LF, мс	131,20±24,46	127,1±27,18	4,1	0,1	>0,05
HF / LF	1,9±0,24	1,6±0,34	0,3	0,7	>0,05

Из данных таблицы видно, что функциональное состояние кардио-респираторной системы футболистов сборной команды НИУ «БелГУ» в начале тренировочного цикла достаточно высокое и соответствует специфическим для спортсменов этого возраста и уровня подготовленности значениям. В норме находятся и показатели вариабельности сердечного ритма.

Как отмечают известные специалисты в области спортивной медицины и физиологии Дембо А.Г. и Земцовский Э.В (1989), определение МПК является одним из универсальных и информативных методов определения функционального состояния спортсменов. В наших исследованиях в начале педагогического эксперимента среднее групповое значение МПК составило 49,5 мл/кг/мин, что соответствует хорошему уровню функционального состояния для данного возраста спортсменов. В конце эксперимента значение МПК составило 54,4 мл/кг/мин, что выше на 4,9 мл/кг/мин, чем в начале исследований. Это свидетельствует о повышении у футболистов эффективности работы кардио-респираторной системы и биоэнергетических процессов в организме при мышечной деятельности, что положительно отражается на общей выносливости.

Среднее значение жизненной емкости легких у футболистов в начале педагогического эксперимента составило 5,2 л, и соответствовало должным величинам у каждого футболиста. В конце эксперимента ЖЕЛ увеличилось до 5,6 л (на 0,4 л), что говорит об увеличении дыхательной поверхности легких, через которую происходит диффузия кислорода и углекислого газа. Это свидетельствует об улучшении функционального состояния аппарата внешнего дыхания футболистов.

Показатели вариабельности сердечного ритма являются индикатором симпатического и парасимпатического баланса организма (Баевский Р.М., 2000). Анализируя эти показатели у футболистов сборной команды НИУ «БелГУ», отметим что за тренировочный период снизилось среднее значение ЧСС с 61,6 до 58,3 уд./мин и увеличилась продолжительность среднего

кардиоинтервала с 993,7 до 1037,2 мс и увеличилось значение Моды с 1005 до 1066 мс, что свидетельствует о повышении тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы и об экономизации функций сердечно-сосудистой системы. Индекс напряжения (ИН), являющийся показателем централизации управления сердечным ритмом, у футболистов снизился за период исследования с 68,1 до 61,4 у.е., также снизились «Индекс вегетативного равновесия», «Показатель активности процессов регуляции» и «Вегетативный показатель ритма». Это свидетельствует об улучшении variability сердечного ритма.

Таким образом, годовой тренировочный цикл оказал положительное влияние на функциональное состояние кардио-респираторной системы футболистов сборной НИУ «БелГУ» – вызвал положительные сдвиги в виде увеличения МПК, ЖЕЛ, урежения ЧСС. Улучшились также показатели variability сердечного ритма в виде увеличения времени среднего кардио-интервала, снижения индекса напряжения, индекса вегетативного равновесия, показателя активности процессов регуляции, вегетативного показателя ритма. Такие сдвиги согласуются с данными известных специалистов в области спортивной медицины (Мотылянская Р.Е., 1980; Дембо А.Г., 1989; Карпман В.Л., 1994; Баевский Р.М., 1997).

ВЫВОДЫ

1. По данным научно-методической литературы в современном футболе одной из важнейших задач тренировки является высокая функциональная подготовленность, которая во многом зависит от состояния кардио-респираторной системы футболистов. В связи с этим важнейшее значение приобретает контроль функционального состояния организма спортсменов в течение сезона, что позволяет адекватно оценивать текущее состояние и внести соответствующие коррективы в тренировочный процесс.
2. Годовой тренировочный цикл оказал положительное влияние на функциональное состояние их кардио-респираторной системы футболистов сборной НИУ «БелГУ»:
 - за тренировочный период снизилось среднее значение ЧСС с 61,6 до 58,3 уд./мин и увеличилась продолжительность среднего кардиоинтервала с 993,7 до 1037,2 мс и увеличилось значение Моды с 1005 до 1066 мс, что свидетельствует о повышении тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы и об экономизации функций сердечно-сосудистой системы;
 - Индекс напряжения (ИН), являющийся показателем централизации управления сердечным ритмом, у футболистов снизился за период исследования с 68,1 до 61,4 у.е., также снизились «Индекс вегетативного равновесия», «Показатель активности процессов регуляции» и «Вегетативный показатель ритма». Это свидетельствует об улучшении variability сердечного ритма.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Для оперативного контроля функционального состояния кардиореспираторной системы футболистов рекомендуем использовать следующие показатели: максимальное потребление кислорода (МПК), жизненную емкость легких (ЖЕЛ), вариабельность сердечного ритма.

Для определения МПК рекомендуем использовать велоэргометр Monark Ergonomic 839E (Швеция) с выполнением протокола Astrand.

Величину ЖЕЛ рекомендуем определять с помощью портативного микропроцессорного спирографа СМП-21/01-«Р-Д» (Россия).

Для исследования вариабельности сердечного ритма рекомендуем использовать программно-аппаратный комплекс «Биомышь». Исследование вариабельности сердечного ритма необходимо проводить при спокойном дыхании, после 10 - минутного отдыха. Регистрацию необходимо выполнять спустя 1,5-2,0 часа после еды или натошак.

При исследовании вариабельности сердечного ритма рекомендуем определять и учитывать изменение следующих показателей:

Частота сердечных сокращений (ЧСС);

Длительность среднего кардиоинтервала;

Длительность максимального и минимального кардиоинтервала;

Вариационный размах (ВР);

Мода (Мо);

Амплитуда моды (АМо);

Индекс напряженности регуляторных систем (ИН);

Индекс вегетативного равновесия;

Вегетативный показатель ритма;

Показатель активности процессов регуляции (ПАПР).

Список литературы

1. Агаджанян Н. А. Учение о здоровье и проблемы адаптации. / Н. А. Агаджанян, Р. М. Баевский, А. П. Берсинева. — М, Ставрополь, 2000. — 203 с.
2. Агаджанян, Н.А. Проблемы адаптации и учение о здоровье / Н.А. Агаджанян, Р.М.Баевский, А.П. Берсенева. М.: Изд-во РУДН, 2006. - 284 с.
3. Адаптация сердечно-сосудистой системы у юных футболистов 14-16 лет к физическим нагрузкам / Д.Р. Гашева, А.С. Ионов /Международный студенческий научный вестник. – 2015. № 2-3. С. – 245-248.
4. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: метод. рекомендации / Р. М. Баевский [и др.] // Вестник аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65–87.
5. Анохин П.К. Узловые вопросы теории функциональной системы / П.К. Анохин. – М.: Наука, 1980. – 197 с.
6. Антонов А.А. Безнагрузочная оценка функционального состояния организма спортсменов / А.А. Антонов // Лечеб. физкультура и спортив. медицина. - 2011. - № 10. - С. 39-46.
7. Архангельская Е.В. К вопросу антропометрических и функциональных качеств спортсменов / Е.В.Архангельская, К.Н.Туманянц, Е.В. Терехов /В сборнике: адаптивная физическая культура и санаторно-курортная реабилитация: инновационные технологии и приоритеты развития/ Сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции. –2017. –С. –10-15.
8. Астахов А.В. Экспресс-тестирование анаэробного порога и максимального потребления кислорода у квалифицированных спортсменов / А.В. Астахов, В.В. Щеголев //Теория и практика физической культуры. –2015. № 9. С. – 73-74.

9. Аулик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и в спорте. М.: Медицина, 1990. 192 с.
10. Ахметов И.И. Использование молекулярно–генетических методов для прогноза аэробных и анаэробных возможностей у спортсменов / И.И. Ахметов, Д.В. Попов, И.В. Астратенкова, А.М. Дружевская, С.С. Миссина, О.Л. Виноградова, В.А. Рогозкин // Физиология человека. 2008. Т. 34.№3. С. 86-91.
11. Ашмарин Д.В. Адаптация сердечно-сосудистой системы футболистов 13–14 лет к скоростно-силовым нагрузкам // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. С. 570.
12. Ашмарин Д.В. Динамика показателей системы дыхания юных футболистов в процессе многолетней подготовки//Сб. научных трудов «Актуальные вопросы оздоровления, реабилитации и спортивной медицины». Челябинск: ЧГМА, ОВФД, 2005. -С. 9-12.
13. Баевский Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р.М. Баевский, А.П.Берсенева. – М.: Медицина, 1997. – 235 с.
14. Баевский Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма в космической медицине / Р.М. Баевский // Физиология человека. – 2002. – Т. 28. – № 2. – С. 70–82.
15. Баевский Р.М. Ритм сердца у спортсменов / Р.М.Баевский, Р.Е. Мотылянская. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 144 с.
16. Баевский Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма в космической медицине // Физиология человека. — 2002. — Т. 28. — № 2. — С. 70–82.
17. Баевский Р.М. Валеология и проблема самоконтроля в экологии человека. Ч. 1 / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева, А.Л. Максимов. – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 1996. – 55 с.
18. Баевский Р.М. Донозологическая диагностика в оценке состояния здоровья / Р.М. Баевский, А.Г. Берсенева. – СПб., 1993. – 200 с.

19. Безуглов Э.Н. Мониторинг функционального состояния футболистов высокой квалификации в течение соревновательного сезона / Безуглов Э.Н., Красножан Ю.А., Стукалов Е.А., Российский С.А., Ярдошвили А.Э., Усманова Э.М. // Вестник спортивной науки. 2011. № 3. С. 25-30.
20. Белоцерковский З. Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности спортсменов. М.: Советский спорт, 2005. 312 с.
21. Биохимия мышечной деятельности : учеб. для студентов вузов физ. воспитания и спорта : доп. М-вом образования и науки Украины / Волков Н.И. [и др.]. - Киев: Олимп. лит., [2013]. - 503 с.
22. Бондаренко А.Е. Оценка функционального состояния организма юных футболистов / А.Е. Бондаренко, К.В. Чахов В сборнике: Игровые виды спорта: актуальные вопросы теории и практики Сборник научных статей 1-й Международной научно-практической конференции, посвященной памяти ректора ВГИФК Владимира Ивановича Сысоева. Воронежский государственный институт физической культуры. -2018. С. –251-256.
23. Бутова, О.А. Морфологические аспекты адаптации юношей-спортсменов = Morphological Aspects of Young Athletes Adaptation / Бутова О.А., Табулов А.Э., Масалов С.В. // Физ. культура, спорт - наука и практика. - 2009. - № 1. - С. 59-61.
24. Ванюшин М.Ю. Адаптация кардиореспираторной системы спортсменов разных видов спорта и возраста к физической нагрузке / М.Ю. Ванюшин, Ю.С. Ванюшин. – Казань: Печать-Сервис-XXI век, 2011. – 138 с.
25. Ванюшин Ю.С. Кардиореспираторная система как индикатор функционального состояния организма спортсменов / Ю.С. Ванюшин, Р.Р. Хайруллин // Теория и практика физической культуры. 2015. № 7. С. 11-14.
26. Ванюшин Ю.С. Компенсаторно-адаптационные реакции кардиореспираторной системы при различных видах мышечной деятельности / Ю.С. Ванюшин, Ф.Г. Ситдииков. – Казань: Таглитмат, 2003. – 128 с.

- 27.Верхошанский Ю.В. Основы специальной подготовленности в спорте. – М.: Физкультура и спорт, 1977. – 215 с.2.
- 28.Волков Н. И. Биохимия мышечной деятельности / Н. И. Волков, Э. Н. Нессен, А. А. Осипенко, С. Н. Корсун. Киев: Олимпийская литература, 2000. 504 с.
- 29.Волков Н.И. Проблемы и перспективы биоэнергетики спорта // Теория и практика физической культуры. – 2009. – № 1. – С. 77–79.
- 30.Голубев Д.В. Оперативный контроль функционального состояния футболистов в соревновательном периоде / В сборнике: Медико-биологические аспекты физической подготовки и спорта в Вооруженных силах Российской Федерации Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 180-летию со дня рождения П.Ф. Лесгафта (1837-1909). Под редакцией А.А. Обвинцева, Е.Н. Курьянович. – 2017. С. – 46-50.
- 31.Горбачева О.А. Изменение функционального состояния юных футболистов в соревновательном периоде/ О.А.Горбачева, Д.А.Харлашин. – Наука-2020. – 2017. –№ 1 (12). – С. 33-37.
- 32.Дембо А. Г. Причины возникновения заболеваний у спортсменов : монография : монография / А. Г. Дембо. – М. : Медицина, 2011. – 262 с.
- 33.Дембо А.Г. Спортивная кардиология /А.Г. Дембо, Э.В. Земцовский. – Л.: Медицина, 1989. – 464 с.
- 34.Зиддинова Л.М. Вариабельность сердечного ритма у высококвалифицированных спортсменов на фоне физического перенапряжения (обзор литературы) / Л.М. Зиддинова / Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. 2017. Т. 17. № 3. С. 96-100.
- 35.Исаев, А.П. Адаптация человека к спортивной деятельности/А.П. Исаев, С.А. Личагина, Р.У. Гаттаров и др. Ростов-на Дону: Изд-во РГПУ, 2004. - 236 с.

- 36.Карпман В.Л. Производительность сердца при мышечной работе / Карпман В.Л., Меркулова Р.А. // Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов : сб., посвящ. двадцатипятилетию каф.спорт. медицины им. проф. В.Л. Карпмана / РГАФК. - М., 1994. - С. 47-53.
- 37.Карпман В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И. Л. Гудков. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 208 с
- 38.Клинико-функциональные изменения сердечно - сосудистой системы у юных футболистов /Ашурова Д.Т., Эргашев Ш.Б., Турсунова О.А., Умарова М.С./ Евразийский союз ученых. 2015. № 5-5 (14). С. 16-18.
- 39.Коковкин А.В. Физическая работоспособность, аэробная производительность и восстановительные процессы в подготовке борцов греко-римского стиля / А.В. Коковкин, А.В. Рябчук /Омский научный вестник. 2014. № 4 (131). С. 145-148.
- 40.Коновалов В.В. Изменение функционального состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем у студентов пгму под влиянием регулярных физических нагрузок / В.В.Коновалов, О.А.Козменко / Международный студенческий научный вестник. –2017. № 4-7. С. –990-992.
- 41.Копцев Д.А. Спорт – физкультура – долголетие. Хабаровск: Хабар. гос. ун-т., 2012. – 29 с.
- 42.Коц Я.М. Спортивная физиология. Учебник для институтов физической культуры. — М.: Физкультура и спорт, 1986. — 240 с.
- 43.Линдт Т.А. Адаптация сердечно-сосудистой системы футболистов и хоккеистов к физическим нагрузкам / Т.А. Линдт, Т.Н.Соломка / Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. – 2010. № 19 (195). – С. 25-28.
- 44.Лисенчук, Г.А. Управление подготовкой футболистов : [Монография] / Г.А. Лисенчук. - Киев: Олимп. лит., 2003. - 271 с.
- 45.Макаров Ю.М. Вариабельность сердечного ритма у спортсменов - представителей игровых видов спорта / Ю.М.Макаров,

- Ю.А.Поварещенкова, В.И. Пазушко // Лечебная физкультура и спортивная медицина. –2013. –№ 2 (110). С. –15-19.
- 46.Макарова Г.А. Практическое руководство для спортивных врачей / Г.А. Макарова. – Ростов н/Д, 2002. – 800 с.
- 47.Маркосян А.А. Возрастная морфология и физиология/ А.А. Маркосян. - М.: Просвещение, 1987. - 460 с.
- 48.Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пшенникова.– М.: Медицина. – 1988. – 254 с.
- 49.Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения. Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2002. 290 с.
- 50.Михайлов В.М. Нагрузочное тестирование под контролем ЭКГ. Иваново: А-Гриф, 2005. 440 с.
- 51.Мониторинг функционального состояния футболистов высокой квалификации в течение соревновательного сезона / Э.Н. Безуглов [и др.] // Вестник спортив. науки. - 2011. - № 3. - С. 25-30.
- 52.Мотылянская Р.Е. Врачебный контроль при массовой физкультурно-оздоровительной работе / Р.Е. Мотылянская, Л.А. Ерусалимский. - М: ФиС.– 1980. – 96 с.
- 53.Мохан, Р. Биохимия мышечной деятельности и физической тренировки / Мохан Рон, Глессон Майкл, Гринхафф Пауль Л. - Киев: Олимп. лит., 2001. - 295 с.
- 54.Орджоникидзе З. Г. Состояние функциональной подготовленности спортсменов из состава ведущих футбольных команд России / З. Г. Орджоникидзе, В. И. Павлов, Н. И. Волков, А. Е. Дружинин // Физиология человека. 2007. № 33 (4). С. 114–118.
- 55.Орджоникидзе З.Г. Эволюция работоспособности в профессиональном футболе/ З.Г. Орджоникидзе, В.И .Павлов, М.В. Шаройко, Ю.М. Иванова / Лечебная физкультура и спортивная медицина. –2009. № 3 (63). –С. 41-46.

- 56.Павличенко П.П. Влияние функционального состояния футболистов на успешность соревновательной деятельности/ScienceRise. 2016. Т. 2. № 3 (19). С. 15-21.
- 57.Павличенко П.П. Особенности динамики функционального состояния футболистов в зависимости от их профессиональной специализации.// в сборнике: The European Scientific and Practical Congress “SCIENTIFIC ACHIEVEMENTS 2015” International Scientific Association "Science & Genesis". 2015. С. 101-103.
- 58.Павлов В.И. Сравнительный анализ нагрузочного тестирования на различных видах эргометров / В.И. Павлов, Е.В. Линде, З.Г. Орджоникидзе, В.В. Николаев, В.В. Деев / Наука и спорт: современные тенденции. 2013. Т. 1. № 1 (1). С. 105-111.
- 59.Парин В.В. Введение в медицинскую кибернетику / Парин Василий Васильевич, Баевский Роман Маркович. - М.; Прага: Медицина: Изд. мед. лит., 1966. - 298 с.
- 60.Питкевич Ю.Э. Вариабельность сердечного ритма у спортсменов / Ю.Э.Питкевич / Проблемы здоровья и экологии. 2010. № 4 (26). С. 101-106.
- 61.Платонов В.Н. Адаптация в спорте. Киев. - Здоровья. –1988. – 216 с.
- 62.Платонов В.Н. Общая теория подготовки спортсменов в Олимпийском спорте. - Киев: Олимпийская литература, 1997.- С. 59-131.
- 63.Поняев В.В. Исследование деятельности сердечно-сосудистой системы юных футболистов для определения критериев спортивного отбора / В.В. Поняев, Н.А.Комарова //Science Time. 2015. № 4 (16). С. 628-634.
- 64.Попова Г.А. Оценка функционального состояния системы внешнего дыхания у футболистов и лиц, не занимающихся спортом / Г.А. Попова, Н.А. Смирнова, М.А. Шихов // Физическая культура, спорт и здоровье. 2018. № 31. С. –116-120.

65. Пшибыльски В. Функциональная подготовленность высококвалифицированных футболистов / Пшибыльски В., Мищенко В.С. - Киев: Наук. світ, 2005. - 161 с.
66. Семаева Г.Н. Интегральная оценка функционального состояния футболистов высокой квалификации / автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Всероссийский научно-исследовательский институт физической культуры и спорта. Москва, 2004. – 23 с.
67. Сердце и спорт : Очерки спортив. кардиологии / под общ. ред.: В.Л. Карпмана, Г.М. Куколевского ; с предисл. акад. В.В. Парина. - М.: Медицина, 1968. - 519 с. Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса / Г. Е. Уенгена, Г. Грина. – Киев : 1998. – 432 с.
68. Службин П.С. Функциональные возможности мужчин зрелого и пожилого возраста при использовании физкультурно-спортивных занятий футболом / Службин П.С., Сагайдак О.И. / В сборнике: V Международный научный конгресс "Проблемы физкультурного образования: концептуальные основы и научные инновации" Сборник научных трудов. Ответственный редактор Сышко Д. В. – 2018. – С. 150-153.
69. Солодков А.С. Адаптация к мышечной деятельности - механизмы и закономерности // Физиология в высших учебных заведениях России и СНГ / СПб., ГМУ им. Павлова. – 1998. – С.75-77.
70. Судаков К. В. Физиология. Функциональные системы: Курс лекций. / К. В. Судаков. – М.: Медицина, 2000. – 784 с.
71. Сучилин А.А. Теоретико-методологические основы подготовки резерва для профессионального футбола. - Волгоград, 1997. - 237 с.
72. Тер-Акопов Г.Н. Факторы увеличения резервных возможностей спортсменов в период высотной акклиматизации / Г.Н. Тер-Акопов, Ю.В. Корягина // Современные вопросы биомедицины. – 2018. –Т. 2. –№ 1 (2). С. –1.

- 73.Тибо Г. Это не влияние молочной кислоты / Г. Тибо, Ф. Перроне // Легкоатлетический вестник ИААФ.– 2006. –№ 1. С. –9–15.
- 74.Уилмор Дж. Х. Физиология спорта [Текст]: Учебник: Пер. с англ. /Отв. ред. А. Яценко; Рец. А. Радзиевский.-Киев: Олимпийская литература, 2001.-504 с.
- 75.Усилов А.А. Анализ функционального состояния юных футболистов / А.А.Усилов, А.Г. Гушин /Ярославский педагогический вестник. –2010. Т. 3. № 3. –С. 56-59.
- 76.Чичкова М.А. Сравнительная характеристика состояния сердечно-сосудистой системы у занимающихся соревновательным и оздоровительным бодибилдингом / М.А. Чичкова, А.А. Светличкина, А.В. Доронцев / Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. –2018. Т. 13. –№ 1. С. – 198-205.
- 77.Шамардин А. И. Технология оптимизации функциональной подготовленности футболистов: автореф. дис. ... д-ра пед. наук/А. И. Шамардин. -М., 2000. -50 с.
- 78.Шамардин А. И. Функциональная подготовка футболистов различной игровой специализации в разные периоды тренировочного цикла/А. И. Шамардин И. Н. Новокшенов А. А. Шамардин, И. Н. Солопов. -Саратов: Научная книга, 2006. -156 с.
- 79.Якимова Е.А. Влияние занятий спортом на функциональные возможности юных тяжелоатлетов / Е.А. Якимова, Р.Н.Абушкин //Science Time. –2016. № 12 (36).– С. 817-823.
- 80.Янесен П. ЧСС, лактат и тренировки на выносливость. Мурманск: Тулома, 2006. 158 с.
- 81.Basset L.R.Jr. and Howley E.T. Limiting factors for maximumoxygen uptake and determinants of endurance performance // Med. Sci. Sports Exerc. – 2000; 32. – P. 70–84.

82. Blomqvist G., Saltin B. Cardiovascular adaptations to physical training // *Ann. Rev. Physiol.* – 1983; 4J. – P. 169–189.
83. Cottin, F. Effect of heavy exercise on spectral baroreflex sensitivity, heart rate, and blood pressure variability in well-trained humans / F. Cottin, C. Medigue, Y. Papelier // *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* — 2008. — Vol. 295. — P. 1150–1155.
84. Delextrat A., Kraiem S. Heart Rate Responses by Playing Position During Ball-Drills in Basketball Players // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* — 2012. — No12.
85. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology // *European Heart Journal.* — 1996. — Vol. 17. — P. 334–381.
86. Helgerud J, Hoff J, Wisloff U. Gender differences in strength and endurance of elite soccer players. In: Spinks W, Reilly T, Murphy A, editors. *Science and football IV*. Sydney: Taylor and Francis, 2002: 382
87. Niederberger M. Prinzipien der Ergometrie // *Herz.* – 1992. – 7. – No 1. – P. 1–19.