ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени Г.Р. Державина»

Кафедра теории и методики спортивных дисциплин

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

**ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ ВЕЛОСИПЕДИСТОК РАЗЛИЧНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ КИСЛОРОДООБЕСПЕЧЕНИЯ**

Исполнитель: Клушина Ольга Васильевна

студентка 5 курса заочного отделения

института физической культуры и спорта

Руководитель: Кузнецов С.А.

к.п.н., ст. преподаватель кафедры ТиМСД

Тамбов, 2009

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Общая характеристика выносливости как физического качества

1.2 Методы и средства воспитания выносливости у юных велосипедистов-шоссейников

1.3 Медицинские аспекты в проблеме развития выносливости юных спортсменов

1.3.1 Обоснование целесообразности применения лабораторных моделей нагрузок для изучения работоспособности и показателей адаптации организма к упражнениям на выносливость

1.3.2 Спирографические исследования выносливости велосипедистов, различных по возрасту

1.3.3 Возраст и показатели аэробной работоспособности организма при нагрузках на выносливость

1.3.4 Газообмен у юных велосипедистов при определении выносливости в естественных условиях спортивной деятельности

1.4 Некоторые особенности врачебного контроля за юными велосипедистами

ГЛАВА 2. ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, МЕТОДЫ, ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Цель исследования

2.2 Задачи исследования

2.3 Методы исследования

2.4 Организация исследования

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

ВЫВОДЫ

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

**ВВЕДЕНИЕ**

Понятие «выносливость» употребляется в обыденной речи в очень широком смысле для того, чтобы охарактеризовать способность человека к продолжительному выполнению того или иного вида умственной или физической (мышечной) деятельности. Характеристика выносливости как двигательного физического качества (способности) человека относительна: она относится только к определенному виду деятельности. Иначе говоря, выносливость специфична – она проявляется у каждого человека при выполнении определенного, специфического вида деятельности [2,4,10].

В зависимости от типа и характера выполняемой физической (мышечной) работы различают:

1. статическую и динамическую выносливость, т.е. способность длительно выполнять соответственно статическую или динамическую работу;
2. локальную и глобальную выносливость, т.е. способность длительно осуществлять соответственно локальную работу (с участием небольшого числа мышц) или глобальную работу (при участии больших мышечных групп – более половины мышечной массы);
3. силовую выносливость, т.е. способность многократно повторять упражнения, требующие проявления большой мышечной силы;
4. анаэробную и аэробную выносливость, т.е. способность длительно выполнять глобальную работу с преимущественно анаэробным или аэробным типом энергообеспечения.

В спортивной физиологии выносливость обычно связывают [5, 9, 21] с выполнением таких спортивных упражнений, которые требуют участия большой мышечной массы (около половины и более всей мышечной массы тела) и продолжаются непрерывно в течение 2-3 мин и более благодаря постоянному потреблению организмом кислорода, обеспечивающего энергопродукцию в работающих мышцах преимущественно или полностью аэробным путем. Иначе говоря, в спортивной физиологии выносливость определяют как способность длительно выполнять глобальную мышечную работу преимущественно или исключительно аэробного характера.

При выполнении упражнений преимущественно аэробного характера скорость потребления кислорода (О2 л/мин) тем выше, чем больше мощность выполняемой нагрузки (скорость перемещения). Поэтому в видах спорта, требующих проявления большой выносливости, спортсмены должны обладать большими аэробными возможностями: 1) высокой максимальной скоростью потребления кислорода, т.е. большой аэробной «мощностью», и 2) способностью длительно поддерживать высокую скорость потребления кислорода (большой аэробной «емкостью») [5,11,12,17,26].

Выбор темы дипломной работы был обусловлен тем, что в велосипедном спорте основными критериями выносливости являются показатели кислорообеспечивающих систем. Так как, после окончания института физической культуры и спорта планирую работать тренером-преподавателем по велосипедному спорту, знание общих физиологических и педагогических закономерностей в тренировочном процессе является особенно важным.

**ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР**

**1.1 Общая характеристика выносливости как физического качества**

Выносливость можно охарактеризовать, как способность организма противостоять утомлению [1,14,18,19].

Выносливость непосредственно определяет результат, в других случаях она позволяет лучшим образом выполнить определенные тактические действия и наконец, в-третьих, где упражнения кратковременны и на первый взгляд необходимость в выносливости не существует, она помогает длительно переносить высокие тренировочные нагрузки и обеспечивает восстановление сил организма между тренировками. В практике различают общую и специальную выносливость.

**Общая выносливость –** способность длительно проявлять мышечные усилия сравнительно невысокой интенсивности (групповые гонки в велоспорте, лёгкоатлетический бег на 5000 м и 10000 м и др.). В перечисленных и некоторых других видах спорта, где специализируемые упражнения характеризуются нагрузкой умеренной и большой мощности, общая выносливость, приблизительно на 85-100%, определяет спортивный результат, поэтому он может являться довольно точным показателем уровня тренированности спортсмена.

Считается, что общая выносливость является основой для воспитания всех разновидностей проявления выносливости, поэтому не случайно спортсмены высокого класса обычно, независимо от вида спорта, имеют хорошую общую выносливость.

Проявление общей выносливости зависит от спортивной техники (в первую очередь – от экономичности рабочих движений) и от способности спортсмена «терпеть», т.е. противостоять наступающему утомлению путём концентрации волевых усилий.

Биологической основой выносливости является аэробные возможности организма спортсмена. Основной показатель аэробных

возможностей – максимальное потребление кислорода (МПК) в литрах в минуту (л/мин). Чем больше количество кислорода может потребить спортсмен за единицу времени, тем больше количество энергии он может выработать, следовательно, и большую работу выполнить [3,6,13,16,20,23,24].

Максимальное потребление кислорода зависит от нескольких биологических факторов, важнейшими из которых является минутный и ударный объём сердца, частота сердечных сокращений, скорость кровотока, жизненная ёмкость лёгких, максимальная лёгочная вентиляция, тканевая утилизация кислорода и др. МПК, как правило, возрастает с ростом квалификацией спортсмена и у мастеров достигает значительных величин. Кстати говоря, МПК у мастеров спорта в среднем почти в два раза превышает этот показатель у спортсменов массовых разрядов.

В большинстве спортивных упражнений результат в большей степени зависит от специальной выносливости.

**Специальная выносливость –** способностьпроявлять мышечные усилия в соответствие со специальной (продолжительностью и характером) двигательной работой специализируемого упражнения.

В различных видах спорта в это понятие вкладывается «своё» содержание. В беге и видах спорта цикличного характера специальная выносливость (её в этом случае часто называют скоростной выносливостью) проявляется в поддержании скорости на дистанции. Спортсмены лёгкоатлеты выделяют так называемую **спринтерскую выносливость,** которая характерна для упражнений продолжительностью до минуты (200 м с ходу, спринт в гонках на велотреке). Проявление специальной выносливости зависит от некоторых физиологических факторов.

В самых общих чертах механизм анаэробных процессов заключается в следующем. При невысокой **субкретической** интенсивности (т.е. при работе малой и умеренной мощности) потребность организма в кислороде меньше, чем количество кислорода, поступающего в организм, т.е. кислородный запас с избытком покрывается кислородным поступлением. При работе большой мощности наступает момент, так называемой **критической** интенсивности, когда потребность организма в кислороде будет равна его поступлению (именно этот моментхарактеризуется максимальным потреблением кислорода, и совершенно очевидно, что чем выше показатель МПК, тем более высокую критическую интенсивность может развить спортсмен).

При дальнейшем повышении мощности работы, в зоне **надкритической** интенсивности, организму начинает не хватать поступающего кислорода, т.е. кислородный запрос начинает превышать кислородное поступление.

В этих условиях некоторая часть энергии будет вырабатываться, в так называемых анаэробных (бескислородных) условиях, т.е. в условиях возрастающего кислородного долга, который погашается после окончания работы.

Параллельно с увеличением кислородного долга, который у велосипедистов может достигать 14–18 л и даже больше, в организме происходят и другие сдвиги (накопление продуктов распада, в первую очередь молочной кислоты, изменение концентрации водородных ионов – так называемого показателя pH крови и т.д.). Предельный кислородный долг, или накопившиеся до предела продукты энергетического распада, или то и другое одновременно вынуждают спортсмена снизить мощность работы или прекратить её полностью. Само собой разумеется, что чем выше предел упомянутых показателей, тем большую работоспособность может проявить спортсмен в зоне рассматриваемых мощностей.

В последние годы появилась тенденция отождествлять анаэробные возможности организма со специальной выносливостью и даже с возможностью достижения определенного спортивного результата. Это неверно. Работоспособность, специальная (или общая) выносливость и тем более спортивный результат зависит в не меньшей степени от подготовленности опорно-двигательного аппарата, той силы психических процессов (например, умение «терпеть»), от экономичности спортивной техники, т.е. образно говоря, от коэффициента полезного действия, с которым используется образовавшаяся в организме в результате аэробных и анаэробных процессов энергии.

Таким образом, анаэробная работоспособность является лишь одной из предпосылок специальной выносливости.

Как известно, основным источником энергии при мышечной деятельности является расщепление аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ). Содержание АТФ в мышце относительно невелико и постоянно [3,25]. Расходуемые запасы энергии при расщеплении АТФ должны быть немедленно восстановлены, иначе мышцы теряют способность к сокращению. Анаэробные возможности организма определяются двумя взаимосвязанными биохимическими механизмами: креотинфосфатным (выделение энергии за счёт фосфорсодержащих соединений) и гликолитическим (выделение энергии за счёт расщепления гликогена мышц). В соответствие с этим и в кислородном долге, образующегося в результате анаэробной деятельности, принято различать алактатную и лактатную фракции [3,12,17,22,25].

В начале накопления кислородного долга образование энергии происходит, в результате креотинфосфатных реакций, и эта часть кислородного долга соответственно называется **алактатным** кислородным долгом. Мощность этого механизма сравнительно невелика, и поэтому при продолжении работы он сменяется гликолитическим механизмом энергооброзования, сопровождающимся накоплением лактатного кислородного долга.

«Удельный вес» аэробных и анаэробных компонентов работоспособности в различных фактических упражнениях различен.

Следует учитывать, что в большинстве видов спорта и упражнений невозможно провести чёткую грань между аэробным и анаэробным компонентами работоспособности.

Чёткое представление энергетической «стоимости» каждой дистанции и каждого упражнения в велосипедном спорте даёт возможность более правильно и целенаправленно подбирать средства и методы тренировки.

**1.2 Методы и средства воспитания выносливости у юных велосипедистов-шосейников**

Правильное решение проблемы развития выносливости в возрастном

аспекте непосредственно связано с рациональным подбором средств и методов тренировки, а также с нормированием тренировочных нагрузок.

Основные направления в системе развития выносливости у спортсменов циклических видов спорта определяются следующими положениями:

- ранние использование средств и методов преимущественного развития общей выносливости с последующим переходом на средства развития специальной выносливости;

- комплексное, поэтапное развитее физических качеств путём применения в начале преимущественно скоростных и кратковременных скоростно-силовых упражнений, а затем упражнений развивающих общую и специальную выносливость.

Продолжительная, достаточно объёмная мышечная работа, но адекватная по мощности функциональным возможностям организма, является основным методом, стимулирующим развитие транспортной функции кровообращения и аэробной производительности организма, ответственных за устойчивую работоспособность.

Многие специалисты считают, что в процессе многолетней подготовки спортсменов, специализирующихся в видах велосипедного спорта, для которых характерна преимущественно проявление выносливости, первые годы должны быть посвящены развитию общей выносливости и что на этой основе в последующие годы может быть осуществлено развитие специальной выносливости.

Эффективным методом развития общей выносливости у детей и подростков является:

- равномерный метод тренировки,

- игры,

- круговая тренировка.

Средства развития выносливости должны способствовать расширению диапазона функциональных возможностей системы дыхания и кровообращения.

Факторами, определяющими эффективное использование развития общей выносливости, являются: своевременные сроки их применения, продуманная система, предусматривающая правильное соотношение объёма и интенсивности нагрузок, их рациональные последовательность и комплексирование.

В подготовке велосипедистов, требующих проявления выносливости, необходимо предусмотреть обучение рациональной технике, отвечающей особенностям физиологического влияния продолжительной роботы.

Координированная двигательная деятельность – важнейшая предпосылка рационального расходования энергетических ресурсов организма. Чем более согласование деятельности нервной системы и мускулатуры, тем экономичнее протекает работа. Экономичная двигательная деятельность имеет особенно большое значение в продолжительной мышечной работе при нагрузках на выносливость.

В спортивной технике на самых начальных ступенях обучения в велогонках развивающих выносливость, основное внимание должно уделяться рациональной экономичности движений.

**1.3 Медицинские аспекты в проблеме развития выносливости юных спортсменов**

С каждым годом усиливается связь науки с практикой спорта. Достижение в области педагогики, физиологии и спортивной медицины оказывают всё большое влияние на развитие физической культуры и спорта, расширяют возможности охвата ими различных взаимосвязанных контингентов населения.

Педагогической практикой юношеского спорта выдвигается ряд вопросов, требующих научного объяснения. Среди них важнейшее значение имеет вопрос о рациональном перспективном планировании тренировки велосипедистов школьного возраста.

Под перспективным планированием тренировки велосипедистов мы понимаем систему общих и индивидуальных мероприятий по спортивной подготовке молодёжи, которые разрабатываются на 4 года вперёд и последовательно выполняются в течение периодов детского, подготовительного и юношеского возраста [2,15].

Планирование подготовки велосипедистов школьного возраста должно способствовать такому поступательному развитию их физических качеств и двигательных способностей, которое обеспечивало бы наиболее высокий уровень физического совершенствования по достижению зрелого возраста.

Среди медицинских проблем юношеского спорта, непосредственно связанных с планированием многолетней тренировки юных лёгкоатлетов, одно из первейших мест занимает проблема развития физических качеств и нормирования нагрузок в спортивных занятиях – тренировках и соревнованиях.

Закономерности развития силы, скорости, ловкости, выносливости получили сваё освещение в физиологических и спортивно-медицинских исследованиях, результаты которых легли в основу общепринятых представлений о принципах спортивной тренировки, развитии физических качеств, двигательной деятельности в детском и подростковом возрасте.

Морфологические и функциональные свойства организма, претерпевающие закономерные изменения в ходе индивидуального развития и инволюции организма, определяют возрастную динамику силы, скорости, ловкости, выносливости.

Детскому возрасту свойственно большая возбудимость иннервационных механизмов, регулирующих деятельность двигательного аппарата, высокие показателей подвижности корковых процессов и лабильности нервно- мышечного аппарата. Отдельные компоненты скорости и ловкости к 13-14 годам достигают значительного развития. Проявление же выносливости (т.е. способность организма к длительной работе соответствующей интенсивности), обусловлено высокой резистентностью нервных центров и оптимальным уровнем деятельности вегетативных систем организма, свойственны более поздним периодом онтогенетического развития [3,4,18,19].

В последнее время проблема развития выносливости широко обсуждается в спортивно педагогической литературе. В частности, рассматриваются вопросы, связанные с методами использования, в общей системе физического воспитания детей, физических упражнений, направленных на развитие выносливости, а также с определением оптимального возраста для культивирования видов велосипедного спорта, преимущественно развивающих выносливость.

Опыт передовых педагогов и результаты исследований показывают, что развития выносливости у детей - важная составная часть их всесторонней физической подготовки. Тренировка, в которой достаточно большое место отводится упражнениям, в рациональном сочетании с другими средствами общей физической подготовки, способствует повышению уровня развития не только выносливости, но и быстроты, силы, скоростно-силовых качеств. Это объясняется тем, что между основными физическими качествами существует тесная функциональная связь и взаимообусловленность.

В настоящее время всеобщее признание завоёвывает положение о том, что достижением высоких спортивных результатов в велосипедном спорте требует многолетней целеустремлённой и разносторонней подготовки. Современные методы тренировки, особенно тех, кто специализируется в видах велогонок на шоссе, преимущественно развивающих выносливость, связаны с выполнением очень большого объёма работы. Это вызывает необходимость развития выносливости, начиная с детского возраста, чтобы сделать возможным постепенное возрастание тренировочных нагрузок до начала углублённой специализации. Основываясь на данных физиологических исследований и врачебных наблюдений, некоторые авторы считают допустимым использование физических упражнений на выносливость в общей системе физического воспитания школьников, но при условии правильного выбора средств и тщательного дозирования нагрузок. По мнению отдельных отечественных и зарубежных специалистов, уже в детском и подростковом возрасте имеются благоприятные предпосылки для развития выносливости.

В целом педагогические аспекты проблемы развития выносливости изучены недостаточно. Основные её положения должны быть пересмотрены в связи со значительным снижением уровня общей физической подготовленности молодежи в последние годы. Разностороннее развитие физических качеств – важная задача спортивной педагогики и спортивной медицины.

Особенно важно тщательное изучение состояния нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, на которые падает основная «тяжесть» воздействия упражнений на выносливость.

Круг вопросов, связанных с данной проблемой, включает, в частности, изучение возможных последствий приспособления сердца с раннего возраста к продолжительной работе околопредельной мощности (ранняя гипертрофия). Представляет интерес и изучение состояния нервной системы, обмена веществ и всей системы регуляции в результате систематической тренировки с продолжительными физическими нагрузками, начатой с детских лет.

В условиях тренировки, направленной на развитие выносливости, возрастает значение систематического наблюдения за состоянием здоровья, динамикой естественного иммунитета, а также заболеваемостью юных спортсменов.

Определение исходного уровня развития качеств двигательной деятельности, а также приспособленности вегетативных систем, организма и динамики их взаимодействия в ходе развития выносливости требуют контроля за показателями морфологической функциональной и биохимической адаптации организма.

С педагогической точки зрения, большое внимание занимает изучение характера воздействия систематической тренировки с нагрузками, требующими выносливость, на развитие основных скоростных качеств у юных велосипедистов путём исследования таких компонентов, как лабильность нервно-мышечного аппарата, скорость двигательной реакции, максимальный темп движений и т.д.

Об эффективности подготовки юных спортсменов можно судить только на основании изучения главных параметров, определяющих работоспособность организма: реактивности, стабильности функции и устойчивости к изменениям, происходящим во внутренней и окружающей его внешней среде. Такие исследования существуют в условиях моделированных опытов и в естественных условиях спортивной деятельности.

В связи со сложившимся научным направлением в области возрастного врачебного контроля [10,25,26] целесообразно использовать такие оправдавшие себя методические приёмы исследования как:

а) изучение всех поставленных вопросов в «сквозном» возрастном плане – от детских до старших возрастов;

б) сопоставление показателей различных по специализации групп спортсменов – для выявления особенностей воздействия двигательной деятельности разного характера;

в) сочетание динамического (по времени) аспекта наблюдения с методом сравнения показателей по продолжительности стажа занятий групп велосипедистов.

**1.3.1 Обоснование целесообразности применения лабораторных моделей нагрузок для изучения работоспособности и показателей адаптации организма к упражнениям на выносливость**

В педагогической и физиологической литературе можно встретить различные определения понятия «выносливость» наиболее точным будет следующее: выносливость – способность организма совершать продолжительную мышечную мощностью от 60 до 80-90% от максимальной (в зависимости от характера двигательной деятельности и физической подготовленности) благодаря преодолению трудностей возникающих в связи со сдвигами во внутренней среде организма при напряженной мышечной работе.

Способность поддерживать околопредельную (для каждого конкретного случая) скорость движений при продолжительной работе показывает уровень развития скоростной выносливости. Способность поддерживать заданное силовое напряжение при продолжительной работе характеризует уровень развития силовой выносливости.

Выполнение продолжительной работы, высокой интенсивности или работы связанной с преодолением значительных усилий, требует:

а) стабилизации изменений во внутренней среде организма на определённом уровне (развитие устойчивого состояния, достигаемого благодаря значительной интенсификации главнейших функций организма, определяющих аэробную работоспособность): в-первую очередь дыхание, кровообращения, системы кровообмена.

б) резистентности организма к изменениям во внутренней среде, что обуславливается развивающейся адаптацией организма к гипоксемии (анаэробная работоспособность) на всех уровнях его жизнедеятельности.

Как установить диапазон работоспособности организма в целом или какой–либо функциональной системы? Известная сложность этого определения связана с тем, что надо правильно выбрать объективные нагрузки. Важно, что бы они действительно позволяли выявить функциональные резервы организма.

Для изучения основных параметров работоспособности велосипедистов в лабораторных условиях целесообразно использовать велоэргометрические нагрузки со ступенеобразной повышающейся мощностью работы («до отказа»). Только напряжённой продолжительной мышечной работой можно определить уровень развития выносливости.

Такая модель помогает определить:

а) работоспособность (по сумме выполненной работы и верхнему «пределу» выполненной нагрузки);

б) границы функциональных возможностей аппарата кровообращения, дыхания и других органов и систем, обуславливающих энергетическое обеспечение мышечной работы;

в) стабильность функциональных систем организма в процессе повторной продолжительной работы;

г) резистентность к изменениям во внутренней среде, возникающим при непрерывно нарастающей мощности работы;

д) границы перехода с одного режима энергетического обеспечения мышечной работы (преимущественно аэробного) на другой (анаэробной).

Следует отметить широкое применение велоэргометрии многими зарубежными исследователями.

Таким образом, необходимо уточнить целесообразные модели велоэргометрических нагрузок и методику их использования. Важно выяснить, за счёт чего нужно последовательно повышать мощность работы – за счёт изменения (повышения) темпа педалирования или за счёт увеличения сопротивления в системе велоэргометра.

Нередко, даже у хорошо физически развитых подростков и юношей, прекращение работы на велоэргометре вызывается местным утомлением мышечных групп, особенно мышц передней поверхности бедра. Возможно, у спортсменов младшего возраста это мешает выявлению достоверных пределов их работоспособности и функциональных возможностей дыхательной и сердечно-сосудистой системы.

В связи этим сопротивление системе велоэргометра надо устанавливать с учётом возраста спортсменов (силы мышцы нижних конечностей). При обследовании велосипедистов школьного возраста, целесообразно использовать наименьшее сопротивление, чтобы не перейти границу работоспособности, не дойдя до пределов функциональных возможностей аппарата дыхания и кровообращения.

Для определения максимальной работоспособности имеет значение правильный подбор темпа (ритма) педалирования.

Целесообразно использовать такие модели нагрузок:

1-я модель (нагрузки на силовую выносливость - ступенчатое повышение мощности работы достигается за счёт последовательного увеличения сопротивления в системе велоэргометра при стандартном числе оборотов.

При проведении испытаний на велоэргометре методика сводится к следующему [7]. После предварительной разминке на велоэргометре испытуемые начинают выполнять работу мощностью 500 или 750 кгм/мин, последовательно увеличивая её через каждые 3 мин на 250 кгм/мин – до 1000; 1250; 1500; 1750; 2000 кгм/мин и т.д., в зависимости от индивидуальной переносимости, под контролем объективных показателей реакции организма на нагрузки ступенчато-повышающейся мощности. Между ступенями нагрузки можно дать одну две минуты отдыха. Предварительная разминка обеспечивает лучшую адаптацию кровообращения, дыхания, метаболизма последующей напряженной работы.

Ряд функций аппарата кровообращения и дыхания регистрируется непосредственно при работе и в течение и двухминутного отдыха с помощью комплекса инструментальных методов исследования.

При регистрации данных в состоянии покоя и в периоде восстановления испытуемый находится в положении сидя на велоэргометре.

2-я модель (модель нагрузки на скоростную выносливость) - ступенеобразные повышения мощности работы происходят благодаря повышению числа оборотов при стандартном сопротивлении на педалях (например, при силе тока 3А). Дозирование нагрузок зависит от технической характеристики велоэргометра.

Примерные схемы испытания: после стандартной 10 минутной нагрузки (мощность 500кгм/мин, частота оборотов 52 в 1 мин) применяются нагрузки 750 кгм/мин (60 об/мин); 1000 кгм/мин (70 об/мин); 1250 кгм/мин (78 об/мин); 1500 кгм/мин (90 об/мин); 1750 кгм/мин (105 об/мин); 2000 кгм/мин (120 об/мин); 2250 кгм/мин (135 об/мин); и 2500кгм/мин (150 об/мин).

Число выполняемых работ определяется индивидуально, в зависимости от переносимости обследуемым нагрузки, с учётом объективных показателей реакции, оцениваемых в процессе исследования.

Показания к прекращению нагрузок:

1) отказ испытуемого выполнять последующую нагрузку по субъективным причинам (чрезмерное утомление, появление болевых ощущений и др.);

2) резко выраженные признаки утомления;

3) невозможность поддерживать заданный темп педалирования;

4) нарушение координации движений;

5) значительное учащение пульса – до 200 уд/мин и более при снижении артериального давления по сравнению предыдущем этапом нагрузки; выраженный феномен «ступенчатого» максимального давления, повышение минимального давления;

6) изменение электрокардиографических показателей: выраженное снижение интервала S-T , появления аритмии, инверсия зубца T.

Что может служить критерием достижения придельного или около придельного напряжения? Согласно данным, при пульсе 170 уд/мин потребления кислорода достигает 80% от максимально возможного. Нагрузка приближается к придельной по мощности, если прекращается повышение кривой потребление кислорода или она начинает снижаться.

3-я модель (модель нагрузки на выносливость к продолжительной работе умеренной мощности) - выполняется продолжительная повторная работа, мощность которой слагается из 60–70% максимального (для каждого конкретного случая) темпа педалирования (что устанавливается в предварительном испытание на модели нагрузки на скоростную выносливость) и 60–70% максимальной величины сопротивления на педалях (установленной в испытании на модели нагрузки на силовую выносливость).

Для того чтобы выявить, какая же из моделей позволяет точнее определить наивысший уровень работоспособности при нагрузках на выносливость, проводились сравнительные исследования.

Обнаружено, что 2-я модель нагрузки (на скоростную выносливость) позволяет у всех обследованных юных спортсменов определить более высокий предел работоспособности по сравнению с 1-й моделью нагрузки (на силовую выносливость).

Например, испытуемый С. в первом случаи закончил работу с мощностью 2000 кгм/мин, во втором – с мощностью 1750 кгм/мин; испытуемый М. – соответственно 1750 и 1500 кгм/мин, а соответственно вместо работы мощностью 1500 кгм/мин (при использовании 1-й модели) сумел выполнить ещё две ступени нагрузки мощностью 1750 и 2000 кгм/мин (во 2-й модели). Были различия и в показателях адаптации. Во всех случаях потребления кислорода было выше при использовании модели нагрузки на силовую выносливость, чем модели нагрузки на скоростную выносливость, но степень различий оказалось не одинаковой у разных испытуемых. То же выявлено по данным потребления кислорода на 1 кг веса тела. Частота сердечных сокращений при выполнении нагрузки на силовую выносливость были выше. Наряду с этим почти у всех отмечалась большая величина кислородного долга. Закономерных различий в изменениях величины дыхательного коэффициента обнаружить не удалось. Кривая артериального давления в зависимости от характера нагрузки на выносливость носила индивидуальный характер.

Так, у одних спортсменов не наблюдалось существенных различий в показателях артериального давления, у других отмечалось значительно большее повышение, у некоторых его различия были неодинаковыми на разных ступенях нагрузки.

Снижение процента оксигенации крови оказалось несколько более выраженным при нагрузке на силовую выносливость, чем при нагрузке на скоростную выносливость.

Различия в субъективной оценке нагрузки были следующими: модель нагрузки на скоростную выносливость казалась легче и ближе по своему характеру к беговой нагрузке на средней дистанции, а модель нагрузки на силовую выносливость воспринималась как вызывающая большое утомление.

По внешним признакам воздействия нагрузки (гиперемия лица, потоотделение и т.д.) существенных различий выявить не удалось.

Преимущество 3-й модели состоит в том, что при испытании на выносливость к продолжительной работе велосипедисты разного возраста могут выполнять почти одинаковую работу, если она рассчитывается исходя из величин относительной мощности. Это ставит их примерно в одинаковые условия. Вот почему в сравнительных опытах не всегда обнаруживаются существенные различия способности к продолжительной работе у лёгкоатлетов разного возраста.

В какой мере лабораторная модель нагрузки на выносливость характеризует работоспособность спортсмена в общих условиях спортивной деятельности? В какой мере совпадают показатели адаптации в этих случаях?

Сравнительный анализ основных показателей адаптации у велосипедистов в условиях аэробных нагрузок повышающейся мощности и велоэргометрических нагрузок такого же характера (по модели нагрузки на силовую выносливость) показал следующее: при беге на 800 м максимальной интенсивности потребления кислорода на 1 кг веса тела было статистически достоверно ниже, чем на крайне для них ступени велоэргометрической нагрузки – 1500 до 2000 кгм/мин. Более интенсивное потребление кислорода при лабораторной нагрузки, чем на беговой дорожке, наблюдалось у велосипедистов.

Частота пульса (за 10 сек), равная при беговой нагрузке 30,2+0,5 уд, оказалась ниже, чем при работе на велоэргометре, когда она достигла 32,9+1 уд. В модельном опыте частота пульса была более высокой.

Максимальное артериальное давление оказалось в лабораторном эксперименте более высоким у половины испытуемых. Различие в средних величинах при беговой и велоэргометрической нагрузках не были статически значимыми.

Из сказанного ясно, что велоэргометрические нагрузки в условиях лабораторного опыта вызывают у юных спортсменов более значительное усиление функций дыхания, чем в условиях специфических нагрузок. Следовательно, описанные модели целесообразно использовать для характеристики уровня адаптации организма к нагрузкам на выносливость, в частности в целях контроля за эффективностью применяемых методов тренировки.

Моделирование нагрузок на выносливость в лабораторных условиях позволяет установить ряд закономерностей, имеющих важное теоретическое и практическое значение.

Например, для уточнения критериев спортивного отбора большое значение приобретает вопрос об основных факторах, обуславливающих высокую работоспособность при выполнении нагрузок на выносливость.

Эти факторы могут быть выявлены, если подвергнуть математической обработке показатели работоспособности и адаптации к нагрузкам на выносливость, полученные при исследовании велосипедистов в условиях лабораторного опыта повышающимся по мощности велоэргометрическими нагрузками.

Анализ позволяет выяснить роль следующих основных факторов, определяющих аэробную работоспособность организма:

1) фактор, определяющий аэробное обеспечение энергетического обмена (потребления кислорода – общее и на 1кг веса тела, кислородный пульс, насыщение артериальной крови кислородом и пр.);

2) фактор, характеризующий транспортную функцию крови (минутный объём циркулирующий, ритм сердечных сокращений, уровень артериального давления, объём сердца и т.п.);

3) фактор, отражающий экономизирующее влияние тренировки на кровообращение и дыхание, что обуславливает высокие потенциальные возможности организма. Чем экономичнее реакция кровообращения и дыхания в состоянии мышечного покоя и при работе умеренной мощности, тем выше достигнутый предел мощности работы на последней ступени нагрузки;

4) фактор, характеризующий функциональное состояние нервно- мышечного аппарата.

**1.3.2 Спирографические исследования выносливости велосипедистов, различающихся по возрасту**

За последние годы широкое развитие получил метод определения показателей внешнего дыхания в состоянии мышечного покоя и в процессе мышечной деятельности [3,9,14,25].

Исследования были направлены на изучение внешнего дыхания у велосипедистов разного возраста и занимающихся различными видами велосипедных гонок.

При этом использовались методы, определяющие лёгочный объём – жизненную ёмкость лёгких (ЖЁЛ); показатели вентиляции – минутный объём дыхания (МОД) и обусловливающие его параметры; показатели максимальной вентиляции лёгких (МВЛ).

Ставились задачи выяснить ценность отдельных методов определения вешнего дыхания и динамику возрастных изменений.

При сравнительном изучении показателей внешнего дыхания у велосипедистов школьного возраста обнаружились различия, обусловленные их возрастом и подготовленностью.

Общеизвестно, что ЖЁЛ увеличивается с возрастом. Это подтверждается многочисленными литературными данными.

У не занимающихся спортом показатели ЖЁЛ как в абсолютных величинах, так и в процентном отношении к должной величине значительно ниже, чем у подростков и юношей, занимающихся в отделениях лёгкой атлетики.

Наибольшие величины отличаются в группе спортсменов, старшего возраста. В возрастных группах спортсменов, занимающихся видами лёгкой атлетики, развивающими выносливость, показатели ЖЁЛ выше, чем у не занимающихся спортом. Показатель отношения фактической величины к должной у велосипедистов всех возрастов также выше, чем у не занимающихся спортом.

Соотношение ЖЁЛ и массы тела, т.е. жизненный показатель, наиболее благоприятно у занимающихся велоспортом, особенно в среднем и старшем возрасте. У не занимающихся спортом жизненный показатель ниже, но всё же, находится в пределах так называемой норме (60 и более). Лишь у подростков 13 – 14 лет он меньше нормы.

Определенный интерес представляют показатели частоты и глубины дыхания, в конечном счёте, определяющие МОД в состоянии мышечного покоя. С возрастом абсолютная величина частоты дыхания, несколько понижается, а глубина дыхания повышается.

Изменения МОД зависит от объёма и характера двигательного режима.

У систематически тренирующихся в гонках на велосипеде, развивающих выносливость МОД меньше, чем в других группах, и с возрастом (а следовательно, и со стажем занятий) уменьшается.

В остальных группах, особенно у не спортсменов, МОД в каждой возрастной группе больше и имеет тенденцию к повышению от младшей к старшей группе. Такова же динамика величин, характеризующих отношение фактического МОД к должной величине.

Одним из информативных показателем дыхательной функции лёгких является, как известно, максимальная вентиляция лёгких (МВЛ). С возрастом величина МВЛ закономерно повышается как у юных велосипедистов, так и у не занимающихся спортом. Уровень развития МВЛ у велосипедистов всех возрастов достоверно выше, чем у не занимающихся спортом.

При этом как частота дыхания, так и особенно его глубина во время произвольной лёгочной вентиляции у большинства велосипедистов выше.

Отношение величины фактической МВЛ к должной так же одинаково у разных групп спортсменов и у не занимающихся спортом.

Абсолютные величины резерва дыхания и показатель отношения резерва дыхания к МВЛ статистически достоверно выше у велосипедистов по сравнению с не занимающимися спортом. Различие достигает 13%, что говорит о больших возможностях системы внешнего дыхания у велосипедистов. Однако внутри сравниваемых групп велосипедистов существенной разницы не выявлено. У лёгкоатлетов показатель отношения резерва дыхания к МВЛ находится в пределах нормы. В то время как у не занимающихся спортом он не достигает нормы ни в одной возрастной группе.

В процессе систематических занятий спортом на протяжении годового цикла тренировки устанавливаются более или менее выраженные положительные сдвиги большинства спирографических и пневмотахометрических показателей: ЖЁЛ, МОД, глубины дыхания, предела дыхания, резерва дыхания и т.д. Эти сдвиги более отчетливы у велосипедистов 15-16 лет.

У всех обследуемых имеется достаточно тесная связь между показателями физического развития и внешнего дыхания. Естественно, что коррелируют между собой и отдельные показатели внешнего дыхания. Следовательно, в ходе возрастного развития и в условиях целенаправленного использования средств физического воспитания вместе с морфологической перестройкой организма совершенствуется функциональное состояние органов внешнего дыхания.

Важно то, что спирогрофические данные в состоянии мышечного покоя могут иметь определенное значение при спортивном отборе детей в отделения ДЮСШ по велосипедному спорту, развивающих выносливость. Также показатели МВЛ и резерв дыхания, являются в некоторой мере индикатором степени тренированности велосипедистов.

**1.3.3 Возраст и показатели аэробной работоспособности организма при нагрузках на выносливость**

Работоспособность организма при нагрузках на выносливость тесно связано с возрастом. Это отчётливо выявляется в испытаниях с велоэргометрическими нагрузками повышающейся мощности. Чем больше возраст спортсменов, тем значительнее уровень предельной мощности (после которой следует отказ от работы), достигаемый испытуемыми.

Важным фактором, определяющим работоспособность при нагрузках на выносливость, является аэробная производительность организма.

Согласно общепринятым представлением [4,11,13], аэробную производительность организма в наибольшей степени характеризует величина максимального потребления кислорода (МПК). Аэробная производительность зависит от функциональной способности системы дыхания и кровообращения, а также системы крови. Поэтому определение МПК – надёжный метод установления диапазона развития этих важнейших функций организма.

Продолжительность и предельная мощность работы, повышаются с возрастом строго параллельно величине МПК. Известно, что уровень МПК в большой мере зависит от веса тела, особенно от активной его массы.

Большое значение придаётся определению величины кислородного пульса. Как известно, по величине кислородного пульса узнают, сколько миллилитров кислорода приходится (поглощается и транспортируется) на каждое сокращение сердца. Определение кислородного пульса позволяет косвенно судить об экономичности работы сердца и при субмаксимальных работах может дать особенно ценную информацию. С возрастом величина кислородного пульса существенно повышается.

При проведении исследований на выносливость у велосипедистов разного возраста обнаруживаются различия и в показателях внешнего дыхания. Так, некоторыми исследователями установлено, что при работе, равной 60 – 70% от предельной производительной, на каждый литр кислорода приходится в среднем 26 литров вентилируемого воздуха, а при максимальной мощности 29,5 литров, т. е. по мере нарастания мощности работы, особенно на последней ступени нагрузки, процент утилизации кислорода снижается по сравнению с предыдущим этапом. Такое явление объясняется изменением соотношения факторов, обуславливающих коэффициент использования кислорода, а именно: диффузионной способности лёгких, их вентиляция и кровоснабжения.

Снижение процента утилизации кислорода из вдыхаемого воздуха в процессе нагрузок, требующих проявления выносливости происходит тем чаще и раньше, чем меньше возраст спортсменов.

Таким образом, изолированное рассмотрение величин лёгочной вентиляции и потребления кислорода нецелесообразно, когда решается вопрос о функциональных возможностях дыхательного аппарата при ступенеобразно повышающихся нагрузках. У подростков дыхательный эквивалент выше, чем у велосипедистов более старшего возраста. Это подтверждает положение о том, что с возрастом улучшается способность утилизации кислорода из вентилируемого воздуха.

Так, у подростков по мере повышения мощности нагрузки дыхательный эквивалент с 2,09 до 2,51, у юношей с 2,06 до 2,24, а у взрослых спортсменов он на протяжении всех нагрузок, колеблется в пределах 1,91 до 1,77, снижается на последней ступени.

Непосредственно перед «отказом» от работы при испытании на выносливость с помощью велоэргометрических нагрузок повышающейся мощности иногда определяется прекращение дальнейшего наращивания потребления кислорода, не смотря на увеличение мощности работы. Снижение потребления кислорода, главным образом на последней минуте последней ступени нагрузки, наблюдается, как правило, у велосипедистов с относительно не продолжительным стажем занятий от полутора до двух лет.

При этом не обнаружилось зависимости указанного снижения от возраста или специализации обследуемых.

Существенные возрастные различия в показателях газообмена выявляются не только при около предельных нагрузках, но так же, при нагрузках умеренной мощности. Так при выполнении работы мощностью 1000кгм/мин потребление кислорода у подростков выше, чем у юношей.

Если потребление кислорода при работе умеренной мощности в разных возрастных группах не имеет столь существенных различий, как частота сердечных сокращений (величина которой в большой мере зависит от возраста), то кислородный пульс имеет достаточно выраженные возрастные различия: он ниже у подростков и выше у взрослых. Таким образом, работа умеренной мощности, равная 1000 кгм/мин выполняется тем экономнее, чем старше возраст. Эти различия выявляются также при работе мощностью 1250 кгм/мин.

Одним из показателей выносливости служит величина кислородного долга после выполнения продолжительной работы достаточно высокой мощности.

Исследования на выносливость с помощью велоэргометрических нагрузок повышающейся мощности показывают, что абсолютная величина кислородного долга повышается с возрастом. Это можно связывать с тем, что кислородный долг растёт параллельно увеличению общего запроса и потреблению кислорода в процессе самой работы. Несомненно, имеет значение и величина предельной работы. При этом большая величина кислородного долга может свидетельствовать о большой выносливости по отношению к кислородной недостаточности, о более высокой анаэробной работоспособности организма.

Относительная величина кислородного долга (по отношению к общему запросу) колеблется у велосипедистов разного возраста в узких пределах. Она несколько больше у менее подготовленных подростков 13 лет по сравнению с 14–16-летними. У взрослых спортсменов при выполнении продолжительной работы большей мощности величина относительного кислородного долга несколько меньше.

Время, в течение которого, происходит погашение основной части кислородного долга (до 90-95%) после нагрузок на выносливость повышающейся мощности, у подростков несколько короче, чем у юношей и взрослых [3,4].

Связанные с возрастом особенности аэробной производительности организма выявляются не только при нагрузках на скоростную выносливость (2-я модель) - они сохраняются и в условиях продолжительной мышечной работы на силовую выносливость (1-я модель).

Для величины почти всех показателей определяется линейная зависимость от мощности работы. Так, в пределах мощности работы от 750-800 до 1750 кгм/мин потребление кислорода возрастает с 1592 до 3160 мл, потребление кислорода на 1 кг веса тела с 24,5 до 47,2 мл, величина кислородного пульса с 13,6 до 18,34. При этом наиболее высокий процент использования кислорода (5,46%) отличается при мощности работы 1000 кгм/мин, а в последующих работах снижается до 4,84-4,95. Дыхательный эквивалент повышается с нарастанием мощности работы с 2,31 до 2,55 кгм/мин. Отчётливо увеличивается выделение углекислоты и несколько повышается дыхательный коэффициент с ростом мощности работы. Лёгочная вентиляция возрастает прямо пропорционально величине рабочей нагрузке.

Могут ли испытания с велоэргометрическими нагрузками использоваться для контроля динамики нарастания тренированности в видах велосипедного спорта, развивающих выносливость?

Поскольку специальная тренированность определяется уровнем адаптации организма к конкретному виду двигательной деятельности, данные велоэргометрии не могут дать непосредственный ответ на вопрос о динамике развития специальной тренированности. Однако исследования, предусматривающие изучение адаптации дыхательно-циркулярной системы к продолжительным нагрузкам, могут косвенным образом характеризовать специальную тренированность спортсмена, так как во всех видах велоспорта она тесно связана с развитием общей физической подготовленности. Это особенно важно в тех случаях, когда необходимо определить тренированность в циклических видах спорта, развивающих выносливость.

Кроме того, при динамических наблюдениях выявляется, что с ростом тренированности повышается уровень предельно мощности работы и улучшаются показатели адаптации к велоэргометрическим нагрузкам. У велосипедистов с ростом тренированности становится более экономичней реакция на нагрузку умеренной мощности. Это позволяет повысить предельную мощность работы и соответственно способствует увеличению потребления кислорода, лёгочной вентиляции и кислородного пульса.

Считают [7,10,22,26], что при увеличении МПК с нарастанием тренированности происходит увеличение лёгочной вентиляции и одновременно повышение коэффициента использования кислорода.

Значение тренированности выявляется также при сопоставлении индивидуальных данных наиболее подготовленных спортсменов со средне групповыми данными соответствующими возрастной группе.

Интересно, что в пределах одинаковой возрастной группы начинающих велосипедистов у отдельных подростков и юношей показатели существенно отличаются от средне групповых данных более экономичным потреблением кислорода при работе умеренной мощности и более высокими показателями аэробной работоспособности на последней ступени нагрузки. Этот факт имеет большое значение при спортивном отборе для занятий видами велосипедного спорта, требующими проявления выносливости.

Исследования аэробной работоспособности юных спортсменов позволяют сделать следующие выводы. Показатели общей работоспособности при нагрузках, выявляющих выносливость, тесно связаны с аэробной производительностью организма и закономерно нарастают с возрастом. Одновременно улучшается с возрастом экономичность дыхательной функции и её устойчивость в процессе продолжительной напряжённой работы. Показатели аэробной работоспособности отражают уровень общей и специальной тренированности юных велосипедистов, диапазон индивидуальной приспособленности.

Аэробная работоспособность может снижаться при некоторых формах патологии сердца.

Предложенные модели нагрузок на скоростную и силовую выносливость могут быть эффективно использованы при определении выносливости юных спортсменов.

**1.3.4 Газообмен у юных велосипедистов при определении выносливости в естественных условиях спортивной деятельности**

Исследования газообмена в лабораторных условиях позволяют выявить диапазон усиления функций дыхания и кровообращения, а также возрастные закономерности, характеризующие адаптацию организма спортсменов к нагрузкам разной мощности, требующим проявления выносливости. Однако постановка исследований в лабораторных условиях не может предусмотреть весь комплекс воздействий, связанных с выполнением специфических нагрузок в естественных условиях спортивной деятельности.

Исследования в естественных условиях деятельности велосипедиста дают возможность использовать нагрузки, наиболее адекватные конкретному виду спортивной деятельности и уровню подготовленности спортсмена, обеспечивают изучение всех факторов, определяющих степень его специальной тренированности.

Для выявления выносливости организма в этих условиях целесообразно использовать повторные, последовательно повышающиеся и при том достаточно большие физические нагрузки, адекватные уровню общей и специальной подготовленности велосипедистов.

При такой постановке исследования обнаружено, что напряжение функций аппарата дыхания и кровообращения у спортсменов обычно не превышает величины максимального потребления кислорода при исследовании в условиях лабораторного эксперимента.

У более тренированных велосипедистов 15 – 18 лет после повторной нагрузки с возрастающей интенсивностью потребление кислорода на 1кг веса тела было, не смотря на большую интенсивность, в пределах от 34,7 до 39,3мл/мин, а у менее тренированных от 41,3 до 44,6мл/мин.

Анализ индивидуальных данных показывает, что повышение скорости от небольшой к средней чаще сопровождается увеличением потребления кислорода, а повышение скорости от средней к околопредельной,как правило, уменьшением потребления кислорода.

Наиболее вероятной причиной уменьшения потребления кислорода при повышении интенсивности нагрузки является увеличение удельного веса анаэробного обеспечения энергетических запросов.

Возможно, интоксикация нагрузки способствует переходу метаболических процессов на путь использования не только углеводов, но и других энергетических ресурсов организма.

В прямой зависимости от интенсивности нагрузки и следовательно, от величины кислородного долга во время работы находилась частота сердечных сокращений.

Уменьшение потреблений кислорода при увеличении интенсивности работы можно связать и с другими причинами: оптимальной координации движений при повышении интенсивности и в результате этого более экономной затратой энергии. Возраст также оказывает определенное влияние на динамику кислорода во время спортивной нагрузки.

Более тренированные велосипедисты способны при лучшей результативности выполнения нагрузок потреблять меньше кислорода, чем недостаточно тренированные. Это указывает на большую экономичность функций организма. Об этом свидетельствуют и более высокие цифры кислородного пульса. О значительном лучшем функциональном состоянии аппарата внешнего дыхания говорит лучшая вентиляционная способность лёгких.

При переходе к нагрузке около предельной интенсивности, которую тренированные лёгкоатлеты выполняли с результатом 2.03.2 (не достаточно тренированные с результатом 2.18.6), потребление кислорода чаще снижалось, что указывало в данных условиях на повышение удельного веса анаэробных процессов.

Таким образом, в процессе выполнения упражнений на выносливость в естественных условиях спортивной деятельности потребление кислорода не превышает пределов, достигаемых в условиях лабораторного эксперимента. Потребление кислорода в процессе нагрузки не всегда находится в полном соответствии с интенсивностью её выполнения.

**1.4 Некоторые особенности врачебного контроля за юными велосипедистами**

Общие принципы методики и организации врачебного контроля при занятиях спортом полностью сохраняют своё значение применительно к наблюдениям за велосипедистами, в подготовке которых широко используются физические упражнения на выносливость. Вместе с тем, в этих условиях, возникает необходимость в некотором расширении круга методов исследования. Их применение диктуется особенностями физического воздействия видов велосипедного спорта, развивающих выносливость.

Врачебный контроль за подготовкой юных велосипедистов должен включать:

а) изучение показателей срочной адаптации организма к физическим упражнениям;

б) определение последствия изучаемых нагрузок на функциональное состояние, реактивность и работоспособность организма в восстановительном периоде;

в) динамические врачебные наблюдения за влиянием тренировки на процесс физического развития, состояние здоровья, общую и специальную тренированность юных спортсменов.

Исследования срочной адаптации к нагрузкам на выносливость должно проводиться в естественных условиях спортивной деятельности в процессе тренировочных занятий, соревнований, специально организованных испытаний (с повторными нагрузками, с нагрузками повышающей мощности).

Преимущество исследований, проводимых в естественных условиях спортивной деятельности, заключается в том, что представляется возможность изучить адаптацию организма к привычной мышечной работе в специфических условиях её проведения. Такие исследования могут оказать большую помощь тренеру, например, при нормировании объёма и интенсивности тренировочной нагрузки, а также при проверке уровня специальной тренированности занимающихся в конкретном виде велосипедных гонок.

В практической работе возникает необходимость руководствоваться определенными критериями адаптации организма к нагрузкам для правильного их дозирования.

Одним из простейших критериев степени напряженности функциональных систем организма является частота сердечных сокращений в процессе выполнения нагрузки.

Доступность регистрации кривой пульса повышает практическую значимость этого показателя для целей врачебно-педагогических наблюдений.

Частота сердечных сокращений в приделах от 170 до 190 уд/мин сигнализирует об около предельной нагрузке на организм в любом возрасте, вне зависимости от абсолютной мощности выполненной внешней работы.

Изучение восстановительного периода имеет, в частности, огромное значение для планирования недельных циклов тренировки [10,14,19,21].

С целью изучения восстановительной реакции организма в повседневных врачебных и педагогических наблюдениях эффективно используется методический приём, известный под названием «испытания с дополнительной нагрузкой».

Наибольшее значение имеют поэтапные динамические врачебные исследования подростков и юношей, тренирующихся в видах велосипедного спорта, развивающих выносливость. Особое внимание уделяется состоянию здоровья, динамике заболеваемости. В комплексной методике исследования изучаются показатели сердечно-сосудистой, дыхательной систем.

Исследования внешнего дыхания и особенно газообмена, с целью определения максимального потребления кислорода и кислородного пульса – необходимое условие действенного контроля за ходом развития тренированности в велосипедном спорте, развивающем выносливость. Комплексная методика врачебного исследования должна включать специфические исследования в состоянии покоя, в процессе велоэргометрических нагрузок и в условиях специальных испытаний в условиях соревновательной деятельности.

Из данных отдельных разделов дипломной работы, можно сделать вывод, что по мере возрастного развития организма (от детского до зрелого), в нём устанавливается более эффективный режим кислорода, становится возможным усиление газообмена, адекватное требованиям в отношении энергетического обеспечения, повышается работоспособность. Этому в первую очередь способствует функциональное и морфологическое совершенствование организма в ходе естественного возрастного развития. Вместе с тем тренировка в велосипедных гонках, развивающих выносливость, несомненно, стимулирует, ускоряет эти процессы. Показателем аэробной работоспособности является уровень максимального потребления кислорода, проверка которого должна входить в комплекс врачебных наблюдений.

**ГЛАВА II. ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, МЕТОДЫ, ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**2.1 Цель исследования**

Определить уровень подготовленности велосипедисток различной квалификации по показателям кислородообеспечивающих систем.

**2.2 Задачи исследования**

1.Определить значимость общей и специальной физической подготовки спортсмена в развитии выносливости.

2.Определить зоны мощности работы при стандартных нагрузках велосипедисток различного уровня подготовленности.

3.Выявить показатели энерготрат кислородообеспечивающих систем в работоспособности велосипедисток различной квалификации.

**2.3. Методы исследования**

– Анализ и обобщение литературных источников.

– Наблюдение.

– Тестирование показателей кислорообеспечивающих систем.

– Методы математической статистики.

Анализ литературы позволил обосновать актуальность темы исследования, выдвинуть рабочую гипотезу и послужить теоретической предпосылкой к проведению экспериментальной части исследования [8]. Литературный анализ проводился по следующим направлениям:

– изучались лабораторные модели нагрузки в определении работоспособности и адаптации спортсменов к упражнениям на выносливость;

– изучались показатели спирографических исследований спортсменов работающих на выносливость;

– выявить показатели газообмена юных велосипедистов при нагрузках различной интенсивности по данным литературных источников.

Тестирование показателей энерготрат в исследуемых группах велосипедисток различной подготовленности в лабораторных условиях методом велоэргометрии.

Методы математической статистики определялись в следующем:

1. Средняя арифметическая простая:

М = ,

где: М – средняя арифметическая простая,

х – варианты статистического ряда,

n – количество наблюдений.

1. Ошибка средней арифметической:

m M = ,

где: m M – ошибка средней арифметической,

σ – среднее квадратическое отклонение,

n – количество наблюдений.

1. Среднее квадратическое отклонение:

σ = ,

где: σ – среднее квадратическое отклонение,

d – отклонение варианты от средней,

p – частота варианты,

n – количество наблюдений.

1. Критерий достоверности различий Стьюдента:

t = ,

**2.4 Организация исследования**

В исследовании участвовали 12 велосипедисток различной квалификации от II разряда до мастеров спорта.

По результатам наблюдения и предварительного тестирования спортсмены были разделены на 3 группы и определены условно: 1-сильная; 2-средняя; 3-слабая. Испытуемые выполняли нагрузки на велоэргометре с интенсивностью 60-65% и 80-85% то максимальной скорости. В результате выполнения вышеуказанных нагрузок у велосипедисток определялись показатели энерготат кислорообеспечивающих систем и зоны мощности работы в зависимости от работоспособности спортсменок.

Исследование проводилось с сентября 2008 г. по май 2009 г. и включало в себя 3 этапа:

Первый этап был направлен на изучение и анализ литературных источников, определение гипотезы и задач исследования, подбор испытуемых и базы исследования;

Второй этап заключался в проведении исследовательской части дипломной работы; анализе полученных данных и их описании;

На третьем была осуществлена подготовка дипломной работы в окончательном варианте, предварительная и основная защита в государственной аттестационной комиссии.

**ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Исследованию газообмена у спортсменов посвящено много работ, однако до настоящего времени нет обобщенных данных об особенностях газообмена у женщин, занимающихся спортом. Целью работы являлось изучение работоспособности спортсменок при выполнении мышечных нагрузок в лабораторных условиях по показателям энергозатрат, КПД, потребления кислорода и сердечной деятельности в процессе нагрузки и в период восстановления. Моделями служили педалирование на велостанке в равномерном темпе и нагрузки переменной и ступенчато повышающейся мощности на велоэргометре. Обследовано 12 велосипедисток II и I разряда, КМС и мастеров спорта в возрасте 14-21 года. Предполагалось, что если спортсменкам задать работу одинаковой интенсивности, то ее длительность будет объективным критерием выносливости. По времени выполнения работы с различной интенсивностью и по динамике физиологических функций обследуемые были разделены на три группы: 1 – сильная, 2 – средняя, 3 – слабая.

Анализ экспериментальных данных показал (табл. 1), что у наиболее выносливых спортсменок (1 группа) при выполнении работы интенсивностью 60% от максимальной скорости педалирования кислородный запрос равен 2,5±0,12 л/мин.

Таблица 1. **Энергетические показатели велосипедисток различной квалификации при нагрузках разной интенсивности**

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | Группы |
|  | 1-ая группа М±m | 2-ая группа М±m | 3-ая группа М±m |
|  | **Мощность работы 60 % интенсивности** |
| Кислородный запрос (л/мин) | 2,5±0,12 | 2,5±0,13 | 4±0,03 |
| Потребление кислорода (мл/кг) | 39,5 | 46,0 | 52,0 |
| Калорическая затрата (ккал/мин) | 10,6±0,33 | 12,0±0,27 | 14,3±0,29 |
| Аэробная емкость (%) | 65-75 | 85-87 | 95-97 |
| Кислородная задолженность | не выявлена | не выявлена | умеренная |
| **Мощность работы 80% интенсивности** |
| Кислородный запрос (л/мин) | 4,1 | 4,1 | 4,3 |
| Потребление кислорода (мл/кг) | 55±0,71 | 52±0,70 | 49±0,98 |
| Калорическая затрата (ккал/мин) | 16,4±0,81 | 18,8±0,65 | 22±0,52 |
| Аэробная емкость (%) | 80-85 | 90-95 | отказ от работы |
| Кислородная задолженность | не выявлена | умеренная | значительная |

При этом наблюдается «истинное» устойчивое состояние, когда величина потребления кислорода во время нагрузки отражает ее энергетическую стоимость. При выполнении данной работы используется 65-75% максимальной аэробной емкости, что составляет калорическую затрату 10,6±0,33 ккал/мин или 0,17-0,27 ккал/мин на 1 кг. По окончании работы у спортсменок этой группы накапливается кислородная задолженность, ликвидируемая в первые 5 минут восстановления. У второй группы кислородный запрос также равен 2,5±0,13 л/мин, но во время работы используется свыше 86% максимальной аэробной емкости, что составляет калорическую затрату 16±0,27 ккал/мин, а±1,0. При максимальной аэробной емкости 75-100% работа может продолжаться не свыше получаса. При напряженной работе, длящейся более 15 минут, уровень потребления кислорода в устойчивом состоянии всегда ниже максимальных значений. Литературные данные свидетельствуют, что у спортсменов международного класса в велосипедных гонках уровень потребления кислорода в командной гонке на шоссе, после прохождения 50 км дистанции составил в среднем около 85% от МПК [В.В. Михайлов]. В этих случаях полностью развертываются аэробные процессы, однако они не исчерпывают всей энергетической потребности организма и значительная часть ее удовлетворяется за счет анаэробных реакций. Это выражается в большей величине кислородного долга (6,7±0,32 л, ±1,17).

У наименее выносливых спортсменок (3 группа) во время нагрузки кислородный запрос достигает 4±0,03 л/мин (±0.2), а потребление кислорода не превышает 3,0-3,3 л/мин, т.е. оно равно максимальной аэробной емкости для женщин. Работа, сопровождающаяся потреблением кислорода в 3,0-3,5 л/мин, является весьма напряженной, относящейся по квалификации D.В. Dill и Е.Н. Сristensen к категории «очень тяжелой». Калорическая затрата составляет 15±0,39 ккал/мин. Кислородный долг у испытуемых этой группы невелик. Тем не менее, продолжать работу они не были в состоянии, возможно из-за слабой выносливости к кислородной недостаточности. Установлено, что потребление кислорода на 1 кг веса тела у спортсменов первой группы составляет в среднем 39,5 мл/кг, 2 группы – 46 мл/кг, 3 группы – 52 мл/кг.

Таким образом, работа интенсивностью 60% от максимальной скорости педалирования у спортсменок 1 группы лежит в зоне умеренной мощности, для 2 группы – в зоне большой мощности, для 3 группы – в зоне субмаксимальной мощности.

При изучении энергетических показателей работы интенсивностью 70% выявлены примерно одинаковые величины кислородного запроса (4,1 - 4,3 л/мин) у спортсменок всех групп. Однако энергозатраты у менее выносливых (3 группа) выше и достигают 22±0,52 ккал/мин. Считают, что при затрате энергии выше аэробной емкости (т.е. свыше 20 ккал/мин) работа является истощающей и может продолжаться всего несколько минут. У всех спортсменок в конце данной нагрузки потребление кислорода достигают максимума. Причем, потребление кислорода на 1 кг веса у более выносливых выше и составляет в среднем 55±0,71 мл/кг в 1 мин, а у менее выносливых - 49±0,98 мл/кг в 1 мин. По энергетическим показателям эта работа лежит в зоне субмаксимальной мощности. Кислородный запрос при выполнении нагрузки интенсивностью 90% у обследуемых 1 группы равен 6,7±0,1 л/мин (±0,55), у менее выносливых – 11±0,25 л/мин (±1,2). Потребление кислорода за 20-30 сек. работы максимальной мощности составляет 200-300 см/куб, а энергетические затраты – 0,42-0,57 ккал/мин на 1 кг веса тела.

В наших исследованиях переменная мощность осуществлялась путем чередования предельной нагрузки (при которой испытуемые могли работать не более 1 мин при пульсе 180-190 уд/мин) с периодами сниженной нагрузки в течение 3-4 минут (при пульсе 140-150 уд/мин). Величина предельной мощности у спортсменок колеблется от 1400 до 1500 кгм/мин, а суммарное количество выполненной нагрузки составляет 178±5,7 кгм/кг (±20,0). В периодах сниженной мощности работы используется в среднем 55% максимальной аэробной емкости спортсменок, а при предельной мощности нагрузки потребление кислорода достигает максимальных величин (51±0,7 мл/кг, ±2,8). При этом МПК одинаково часто наблюдается при втором и третьем повышении мощности нагрузки.

По данным В.В. Михайлова, переменная работа с большими колебаниями темпа и мощности работы была на 6,6-9,7% энергетически более дорогостоящей по сравнению с равномерной мышечной деятельностью. Экономичность работы переменной мощности у спортсменок не велика - КПД равен в среднем 13,1+0,6 (±2,1).

В опытах со ступенеобразным повышением мощности работы проводилось последовательное увеличение сопротивления в системе велоэргометра при стандартном числе оборотов. Испытуемые выполняли нагрузку мощностью 500 или 800 кгм/мин в течение 3 минут скоростью 75 об/мин. Далее нагрузка повышалась каждую минуту на 100 кгм до тех пор, пока заданная скорость вращения педалей не начинала снижаться.

Работоспособность велосипедисток составляет в среднем 126+0,5 кгм/кг (24,0). Потребление кислорода увеличивается в линейной зависимости от мощности нагрузки, и на последней ступени ее (1200-1400 кгм/мин) достигает 47,5±1,42 мл/кг (±6,7). При ступенчато повышающейся нагрузке КПД у спортсменок значительно выше, чем при работе переменной мощности, и равен в среднем 18,8±0,48 (±2,4).

В результате исследований было установлено, что у спортсменок средняя величина кислородного долга равна 4,7 л (3,2-7,5). Судя по этим данным устойчивость организма женщин к недостатку кислорода не велика. Погашение кислородного долга после выполнения нагрузок повышающейся мощности происходит у большинства обследуемых на 23-28-й мин, а после работы переменной мощности - на 18-23-й мин восстановления.

Сравнение исследования с применением различных видов лабораторных нагрузок показали, что у спортсменок максимальные величины потребления кислорода достигаются при равномерной работе интенсивностью около 80%, если последняя продолжается 4-5 минут. Этот показатель имеет место при нагрузке переменной мощности, а также при равномерной работе с интенсивностью 60% и продолжительностью не менее 15 минут. Разница средних величин МПК статистически достоверна. Относительно более низкие средние величины потребления О2 при нагрузках ступенчато повышающейся мощности, по-видимому, объясняются тем, что в силу местного утомления спортсменки не могут показать границы своих аэробных возможностей.

Определение МПК спортсменок проводилось в начале тренировочного цикла и повторно через 6 месяцев. При сравнении данных двух определений МПК выявились индивидуальные различия. С нарастанием тренированности уровень МПК либо не изменяется, либо повышается на 8-25%, либо снижается на 7-15%. Хотя рост тренированности спортсменов не всегда сопровождался повышением МПК, заметно возрастала величина кислородного пульса, свидетельствуя о более экономной деятельности аппаратов дыхания и кровообращения.

Анализ данных показал, что максимальные величины кислородного пульса у велосипедисток составляют в среднем 16,2 мл, а у наиболее выносливых - 20 мл. Следует отметить, что при выполнении различных видов лабораторных нагрузок на выносливость у спортсменок нами не выявлено существенных различий в уровне максимального кислородного пульса. При выполнении различных видов лабораторных нагрузок вентиляция легких у велосипедисток увеличивается в большей мере за счет глубины дыхания.

Частота сердечных сокращений у спортсменок в условиях МПК достигает 180-204 уд/мин. Средние данные не превышают 188-195 уд/мин. Наиболее высокая пульсовая реакция наблюдается у обследуемых при выполнении работы интенсивностью 60% и продолжительностью 30-40 минут. Максимальные величины пульса у спортсменок на последней ступени нагрузок достигают в среднем 192 уд/мин, не превышая 196-198 уд/мин. Эти данные совпадают с результатами исследований Р.Е. Мотылянской с соавт.

Анализ первых переходных процессов с учетом всех изучаемых функций и их взаимосвязи дает объективную информацию о процессах регулирования функций организма при выполнении работы различного характера и интенсивности. Результаты исследования, в частности при работе интенсивностью 60% от максимума, показывают, что у более выносливых спортсменок (1 группа) стабилизация взаимосвязанных функций на относительно более экономном уровне происходит медленнее, чем у остальных.

Литературные данные показывают, что динамика показателей системы дыхания и кровообращения непосредственно в процессе нагрузки, последовательность развертывания физиологических функций находятся в прямой связи с характером и видом выполняемой работы. При ступенчато повышающихся нагрузках величины функций постепенно нарастают от начала к концу. При работе переменной мощности наблюдаются колебания показателей газообмена и частоты пульса соответственно изменению мощности нагрузки. При длительной работе равномерного характера отчетливо выявляются период врабатывания и устойчивое состояние, а при более высокой интенсивности устойчивое состояние не удается обнаружить.

В первые 5 минут по окончании различных видов работы восстановительные процессы протекают примерно одинаково. С большей скоростью восстанавливается частота дыхания, позже глубина дыхания, вентиляция легких, оксигенация крови, потребление кислорода и частота сердцебиений.

Моделирование нагрузок на выносливость в ранее проведенных исследованиях отдельных авторов позволяют изучить физиологические пути адаптации. Особенности адаптивных реакций организма у отдельных групп спортсменок наиболее четко выявляются при выполнении работы интенсивностью 60% от максимума. При этом удается выделить три основных типа адаптации. Первый тип – врабатывание длится в среднем 8 минут. Раньше всего переходные процессы заканчиваются для частоты сердечных сокращений, затем для частоты дыхания. Медленнее протекают переходные процессы вентиляции легких и потребление кислорода. Адаптация сердца к мышечной работе осуществляется в большей мере за счет увеличения ударного объема сердца, о чем косвенно свидетельствуют величины кислородного пульса. Во время устойчивого состояния наблюдается относительно невысокий, но стабильный уровень легочной вентиляции (50-63 л/мин) и потребление кислорода (2,1-2,6 л/мин). При этом устанавливается более высокий процент поглощения кислорода (4,6-5) и развиваются выраженные гипоксимические сдвиги (оксигенация крови снижается в среднем на 10%). Средняя величина кислородного долга не превышает 3,3 л, а погашение его происходит в первые пять минут восстановительного периода. Второй тип – врабатывание продолжается в среднем 6 минут. Повышение функции сердечно-сосудистой системы происходит за счет, как учащения сердечных сокращений, так и увеличения ударного объема сердца. Во время устойчивого состояния наблюдается высокая реакция показателей внешнего дыхания, а потребление кислорода не превышает 3,25-3,5%. Оксигенация крови снижается незначительно (на 3 – 4%).

Средняя величина кислородного долга достигает 6,37 л. Восстановление несколько затянуто. Третий тип – работа продолжается не более 5 минут. Характерной особенностью является 5 отсутствие устойчивого состояния. Преобладает приспособление за счет повышения частоты сердечных сокращений при меньшем увеличении кислородного пульса и вентиляции лёгких. Потребление кислорода увеличивается с большой скоростью и достигает максимальных величин (2,9-3,45 л/мин), а в последнюю минуту работы значительно снижается. Такие случаи, повидимому, обусловлены несоответствием нагрузки функциональным возможностям спортсменок, первоначальное усиление вегетативных функций сменяется признаками дискоординированной деятельности организма, и работа прекращается.

Одной из важных причин снижения работоспособности является недостаток кислорода при утомлении, что происходит, главным образом, за счет значительного снижения вентиляции легких. При этом процент поглощения кислорода и выделения углекислого газа не изменяется, и наблюдается слабое падение насыщения крови кислородом (90-92%). Кислородный долг не превышает 3-4 л. Восстановительные процессы протекают с меньшей скоростью, чем у наиболее выносливых обследуемых.

При выполнении нагрузок повышающейся мощности во всех случаях снижается процент поглощения кислорода при увеличении мощности нагрузки. Максимальные величины потребления кислорода при предельной нагрузке достигаются в основном за счет повышения вентиляции легких. Однако у наиболее выносливых спортсменок кислородный пульс увеличивается до 20-24 мл. По-видимому, повышенное потребление кислорода связано и со значительным ростом артериовенозной разницы кислорода, а также с выраженным повышением систолического объема сердца.

**ВЫВОДЫ**

1)Правильная методика развития выносливости в оптимальном сочетании средств общего и специального воздействия на организм велосипедисток, способствует росту показателей кислорообеспечивающих систем.

2) Основываясь на показателях работоспособности и физиологическим ее обеспечением, было установлено, что работа интенсивностью 60% от максимальной скорости педалирования у наиболее выносливых спортсменок лежит в зоне умеренной мощности, у менее подготовленных – в зоне большой мощности, а у наименее выносливых – в зоне субмаксимальной мощности.

3)Использование велоэргометрической нагрузки повышающейся мощности до 80-85% или «до отказа» не во всех случаях дает возможность выявить МПК, поскольку работоспособность часто лимитируется не состоянием дыхательно-циркуляторной системы, а местным утомлением. Модель нагрузки субмаксимальной и переменной мощности позволяет точней определять у женщин уровень МПК.

Исследования аэробной работоспособности спортсменок позволяют констатировать, что показатели общей работоспособности при нагрузках, выявляющих выносливость, тесно связаны с аэробной производительностью организма и закономерно нарастают с возрастом.

4)Показатели энерготрат кислорообеспечивающих систем исследуемых велосипедисток оценивались по-разному, в зависимости от степени подготовленности спортсменов:

– 1группа (сильная) – все показатели при нагрузках 60% и 80% не являлись критическими и соответствовали общепринятым физиологическим нормам по литературным данным других авторов.

– 2 группа (средняя) – показатель максимальной аэробной емкости соответствовал 90-95% и приближался к критическому порогу, что вызывало накопление кислородного долга в небольших величинах. Следовательно, ЧСС определялась на уровне ПАНО.

– 3 группа (слабая) – показатели кислорообеспечивающих систем при нагрузках 60% от максимальной находятся в пределах функциональных возможностей спортсменок, однако при интенсивности 80% калорическая затрата близка к критической и составляла, в среднем, 22±0,52 ккал/мин; значительная кислородная задолженность вызвала в дальнейшем «отказ» от работы.

**ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1.Предложенные модели нагрузок на скоростную и силовую выносливость могут быть эффективно использованы при определении выносливости юных спортсменок на различных этапах подготовки.

2. Выявленные различия в показателях работоспособности и адаптации к мышечной работе могут быть использованы в педагогической практике при построении рационального режима тренировки с учетом допустимых объемов и интенсивности нагрузок, адекватных методам тренировки, а также во врачебно-спортивной практике при подборе средств определения работоспособности спортсменок.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Бондарчук А.П. Управление тренировочным процессом спортсменов высокого класса. – Олимпия Пресс, 2007. – 272 с.
2. Верхошанский Ю.В. Основы специальной физической подготовки спортсменов. – М.: Физкультура и спорт, 1988.
3. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н., 2000. Биохимия мышечной деятельности. – Киев, изд. Олимпийская литература, 2000.
4. Волков Л.В. Теория и методика детского и юношеского спорта. – Киев, изд. Олимпийская литература, 2002.
5. Дж. Дункан Мак-Дугалл, Говард Э. Уенгер, Говард Дж. Гринн Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса – Киев, изд. Олимпийская литература, 1998.
6. Зимкин Н.В., Коробков П.В., Лехтман Я.Б., Эголинский Я.А., Яродский А.И. Физиологические основы физической культуры и спорта. – М., 1955.
7. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Исследование физической работоспособности у спортсменов. М. 1974, с.94.
8. Китманов В.А., Шпичко А.М., Сычев А.В. методические рекомендации по написанию курсовых и дипломных работ (для студентов факультета физической культуры). Тамбов: Изд-во ТГУ им. Г.Р. Державина, 2002. 31 с.
9. Михайлов В.В. – Теория и практика физ. культуры. – М., 1968. – №1. – с. 55 – 62.
10. Мотылянская Р.Е. – В кн.: Выносливость у юных спортсменов. – М., 1969. с. 74 – 75.
11. Перхунов А.М. Принципы построения функционально-диагностического исследования спортсменов, имеющего донозологическую направленность (Методическое пособие для врачей кабинетов функциональной диагностики и врачей по спорту). – М.: ИД «МЕДПРАКТИКА-М», 2007, 76 с.
12. Пярнат Я., Виру А., Нурмекиви А. Оценка различных методов для определения аэробной работоспособности у спортсменов. В кн.: тез. IV науч. – метод. Конф. По вопросам спортивной тренировки. Таллин, 1972, с. 72 – 75.
13. Роженцев В.В., Полевщиков М.М. Утомление при занятиях физической культурой и спортом: проблемы, методы исследования: монография / В.В. Роженцев, Полевщиков М.М. – М.: Советский спорт, 2006. – 280 с.
14. Селуянов В.Н., Мякинченко Е.Б., Холодняк Д.Б., Обухов С.М. Физиологические механизмы и методы определения аэробного и анаэробного порогов. Теория и практика физической культуры, 1991, №10, с. 10 – 18.
15. Современная система спортивной подготовки. Издательство «СААМ». Москва, 1995. 448 с.
16. Спортивная биология и медицина в повышении качества жизни: XXI век. Сборник научных трудов, посвященный 30-летию кафедр нормальной анатомии и спортивной медицины МГАФК/ Под ред. П.К. Лысова. – М.: Советский спорт, 1999. – 272 с.
17. Спортивная физиология: Учебник для институтов физ. культ. /Под ред. Я.М. Коца. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 240 с.
18. Теория и методика физического воспитания. Учебник для институтов физической культуры. Под общей ред. Л.П. Матвеева и А.Д. Новикова. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: Фис, 1976.
19. Федотова Е.В. Основы управления многолетней подготовкой юных спортсменов в командных игровых видах спорта. – М.: Компания Спутник+, 2001. – 245 с.
20. Физиология: Методическое пособие. М.: Фис, 1962, с. 190
21. Фомин Н.А., Филин В.П. На пути к спортивному мастерству. М.: физкультура и спорт. 1986
22. Фомин Н.А. Физиология человека. М.: просвещение, 1982, с.320.
23. Фомин Н.А., Вавилов Ю.Н. Физиологические основы двигательной активности. – М.: физкультура и спорт, 1991.
24. Чусов Ю.Н. Физиология человека. М.: Просвещение, 1981.
25. Н.Н. Биохимия спорта. – М.: Физкультура и спорт, 1974. – 288 с.
26. Янсен Петер ЧСС, лактат и тренировки на выносливость : Пер. с англ. – Мурманск: Издательство «Тулома», 2006. – 160 с.