

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический
университет»

Сарайкин Д.А., Павлова В.И., Камскова Ю.Г., Терзи М.С.

**ИНТЕГРАТИВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗМА ПРИ
АДАПТАЦИИ К ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ АЦИКЛИЧЕСКОЙ
НАПРАВЛЕННОСТИ В ТХЭКВОНДО**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
для студентов, спортсменов,
тренеров и инструкторов

Челябинск 2016

УДК 613.71 (021)

ББК 75.02 я73

И 73

Интегративная деятельность организма при адаптации к физической нагрузке ациклической направленности в тхэквондо / Д.А. Сарайкин, В.И. Павлова, Ю.Г. Камскова, М.С. Терзи. – Челябинск : Цицеро, 2016. – 86 с.

ISBN

В учебном пособии представлены данные по характеристике тренировочного процесса у спортсменов-тхэквондистов. Даны физиологические закономерности по адаптации и развитию тренированности. Описана специфика формирования состояния спортивной формы в тхэквондо.

Обстоятельно представлена сердечно-сосудистая система и ее определение в динамике тренировочного процесса. Дана программа оптимальной функциональной подготовки в тхэквондо.

Учебное пособие представляет интерес для специалистов в области физической культуры и спорта, физиологии спорта, спортивной медицины, тренеров, студентов и аспирантов.

Материалы учебного пособия могут быть включены в лекционные и лабораторные занятия по физиологии физического воспитания и спорта, а также для подготовки самостоятельной работы студентов факультетов физической культуры и спорта.

ISBN

Рецензенты:

А.П. Исаев, доктор биологических наук, профессор, директор научно-исследовательского центра спортивной науки ИСТиС «ЮУрГУ» (НИУ)

П.А. Байгужин, доктор биологических наук, доцент, зав. кафедрой биологии и методики обучения биологии ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»

© Сарайкин Д.А., Павлова В.И.,
Камскова Ю.Г., Терзи М.С. 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА У СПОРТСМЕНОВ-ТХЭКВОНДИСТОВ	6
1.1. Стратегия и тактика в тхэквондо	6
1.2. Характеристика поединка в тхэквондо	8
1.3. Физиологические основы спортивного тренировочного процесса в тхэквондо	9
ГЛАВА 2. АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ЮНЫХ ТХЭКВОНДИСТОВ В ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ	17
2.1. Функциональная система сердца при физических нагрузках	17
2.2. Реактивность индикаторов функционального состояния сердечно-сосудистой системы юных тхэквондистов в динамике тренировочного процесса	23
2.3. Анализ показателей функциональных проб юных тхэквондистов в динамике тренировочного процесса	44
2.4. Программа оптимальной функциональной подготовки в тхэквондо	61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	67
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	69

ВВЕДЕНИЕ

Новый Олимпийский вид спорта ТХЭКВОНДО (ВТФ) – аббревиатура указывает на Всемирную Федерацию Тхэквондо, представляет собой ациклический, ситуационный вид спортивно-боевого единоборства. В тхэквондо преобладает техника работы ногами - примерно 70%, на долю работы руками отводится около 30%. Разрешены удары ногами в голову и туловище, а руками только в туловище. Спарринг в условиях соревнований протекает в зоне большой и субмаксимальной мощности, в жесткой, агрессивной манере, стратегически направлен на победу над противником при сохранении собственной боевой работоспособности. Поединок состоит из 3-х раундов, каждый раунд длится 2 минуты, между раундами промежутки отдыха составляет от 0,5 до 1-й минуты. Соревнования в одной весовой категории проводятся в один день, поэтому количество поединков в течение этого дня может достигать до 5-7 и более. Все эти условия предъявляют к организму спортсменов, занимающихся тхэквондо, большие требования.

Каждое изменение мощности работы во время боя требует новых сдвигов активности различных органов и систем организма спортсмена. При этом быстрые изменения в деятельности ЦНС (центральной нервной системы) и двигательного аппарата, не могут сопровождаться столь же быстрыми перестройками вегетативного обеспечения работы. На этот переходный процесс затрачивается некоторое время, так называемое время задержки. В это время ткани организма испытывают недостаточность кислородного снабжения, и возникает кислородный долг. Чем более спортсмен адаптирован к ациклической работе переменной мощности, тем меньше у него время задержки, т.е. быстрее возникают сдвиги в дыхании, кровообращении, энергозатратах и накапливается меньший кислородный долг. Вегетативные системы у адаптированных спортсменов становятся более лабильными (подвижными) – они легче повышают функциональную активность при повышении мощности работы и быстрее успевают восстанавливаться при каждом её снижении, даже по ходу работы.

Восстановление по ходу работы не доводит функциональные показатели до уровня покоя, а сохраняет их на некотором оптимальном уровне. Отсюда становится видна важность осознания тренером, да и самим спортсменом умения формировать адаптивное состояние тренированности и спортивной формы. Особенно на этапе подготовки к ответственным соревнованиям. Ведь на современном уровне спортивных достижений, перед спортсменами в тхэквондо ставится порой непосильная для их функциональных возможностей и здоровья задача – пройти через огромные объемы и интенсивность тренировочной работы. И от того, как будет построен тренировочный процесс, будет зависеть не только спортивная карьера, но и дальнейшее психофизиологическое благополучие человека.

В силу того, что спортсменам необходимо показать наилучший результат, от них требуется максимальное проявление необходимых физических, технико-тактических и психологических качеств. Тренировочные воздействия, направленные на максимальное развитие искомых качеств будут безопасны для спортсмена в случае понимания тренером физиологических закономерностей их проявления и формирования.

Для спортсмена, стремящегося к высшему спортивному мастерству, спортивная подготовка есть образ жизни, поэтому необходимо, чтобы организация и планирование спортивной подготовки осуществлялось на научных основах, в первую очередь с физиологически обоснованных позиций.

ГЛАВА 1. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА У СПОРТСМЕНОВ- ТХЭКВОНДИСТОВ

1.1. Стратегия и тактика в тхэквондо

Слово «тхэквондо» в переводе с корейского означает «путь кулака и ноги» («тхэ» - нога, «квон» - кулак, «до» - путь истины, освященный мудростью поколений). Корейские историки относят первые упоминания о единоборствах примерно к 37 году до н.э. Отсутствие огнестрельного оружия на вооружении армии вплоть до второй половины XIX века обусловило использование единоборств при подготовке солдат в течение многих веков.

В 1945 году начался бум корейских единоборств. Одним из направлений стало создание единого национального вида, способного конкурировать на мировой спортивной арене с такими видами, как карате, дзюдо и ушу. 11 апреля 1955 года было принято название нового вида – тхэквондо. В связи с этим бессмысленно говорить о тысячелетней истории тхэквондо, можно говорить об истории корейских единоборств и о тхэквондо как о современной части этой истории. В 60-х годах произошло знакомство мирового сообщества с тхэквондо. В 1963 году состоялась демонстрация тхэквондо в штаб-квартире ООН. 25 мая 1973 года проводится первый официальный чемпионат мира по тхэквондо, а 28 мая 1973 года происходит основание Всемирной Федерации Тхэквондо (World Taekwondo Federation – ВТФ). С 1973 года тхэквондо становится частью обязательной школьной программы в Южной Корее. 17 июля 1980 года ВТФ получает официальное признание Международного Олимпийского Комитета (МОК) на 83 Генеральной сессии в Москве; в сентябре 1988 года во время проведения XXIV Олимпийских игр в Сеуле тхэквондо принято в качестве показательного вида; в сентябре 1994 года (Париж) тхэквондо ВТФ стало олимпийским видом спорта и с 2000 года включено в программу Олимпийских игр [34, 118].

В СССР тхэквондо появляется в начале 90-х. 16 июля 1990 года федерация тхэквондо вступила в ВТФ, в сентябре 1992 года произошло образование Союза тхэквондо России. В 1992 году создается Челябинская областная ассоциация тхэквондо [56, 79, 127].

Стратегия тхэквондо как реальной боевой системы направлена на полное подавление и даже уничтожение оппонента. Сломать психическую оборону противника, подавить его волю к победе, заставить заметаться, запаниковать, привести в состояние шока и, наконец, отправить в нокаут - вот стратегические задачи бойца тхэквондо [34, 77, 118].

Тактическая доктрина тхэквондо в чистом виде не является наступательной или оборонительной. Наступательный порыв в тхэквондо очень силен. Атаки включают серии ударов руками и ногами. Они вихреобразны и очень динамичны, отличаются высокой скоростью и взрывным исполнением. Активному наступлению соответствует и чуткая, подвижная оборона. Большая роль перемещений и микросмещений делает бойца очень мобильным, уходящим от ударов противника с минимальной подстраховкой руками. Итак, с одной стороны, скоростные взрывные атаки, с другой – мобильная защита путем выхода из зоны поражения – вот основные стороны тактической доктрины тхэквондо [34, 98, 118].

Очень важным моментом является умение спортсмена подобрать нужную дистанцию для нанесения удара. Различают три вида дистанции: дальнюю, среднюю и ближнюю. Критерием определения нужной дистанции является точный удар ногой в зачетную область [48].

Подбор дистанции в тхэквондо осуществляется с помощью передвижений-степов.

Степы или микросмещения чрезвычайно необходимы для сохранения устойчивости и равновесия бойца. Микросмещения (наряду с высокими стойками, передвижением на носочках, обилием подпрыжек) позволяют достичь той маневренности и скорости, которыми так выгодно отличается тхэквондо от других видов единоборств [47, 70, 77, 118].

1.2. Характеристика поединка в тхэквондо

Поединок характеризуется рваным ритмом и исключает ровный темп и размеренное дыхание. Это одна из причин, по которым общая физическая подготовка, гимнастика, атлетика и даже базовая специальная подготовка не достаточны для спарринга. Адекватно тренировать выносливость для поединка можно лишь в самом поединке. Основные требования к дыханию в спарринге – естественность и регулярность. Дыхание должно быть ровным и соотноситься с интенсивностью работы, и это соотношение требует естественности и спонтанности. Сделать дыхание саморегулируемым можно опять же только благодаря специальной и частой спарринговой подготовке. Показателем поставленного дыхания служит тот факт, что оно не отвлекает от боя, не мешает ему на протяжении нескольких минут [34, 118]. Известна связь дыхания с общим напряжением тела. Резкие выдохи сильно закрепощают мышцы, а напряженное тело, в свою очередь, вызывает перебои дыхания. Поэтому работа в спарринге ведётся как можно более расслабленно, дыхание идёт полной грудью, легко и свободно [89].

Регулятором дыхания служит боевой крик, сопровождающий удар. Делясь на две части, крики, производимые с подвижным ударением и меняющейся интонацией, заставляют гортань влиять на легкие и дозировать вдыхаемые и выдыхаемые порции воздуха соответственно с тем или иным движением. Крик несет в себе и защитную функцию. Если спортсмен наносил удар и при этом попал в локоть сопернику, то травма ноги будет гораздо меньше, если он делал удар с криком. Физиологический механизм этого явления неясен. Другие функции крика – внутреннее сосредоточение и психологическое подавление соперника [34, 118].

Повышенная эмоциональность поединка в тхэквондо оказывает негативное влияние, вызывая дисфункцию в работе органов и конечностей. Поэтому надо сохранять в поединке полное спокойствие, лишь демонстрируя ярость или страх, чтобы запугать или обмануть противника. Хладнокровие

дается с опытом боев [84, 89, 108].

Повышенная эмоциональность по мере накопления опыта сменяется легким стимулирующим волнением. Но слишком частые поединки могут вызвать истощение нервной системы, сделать неуравновешенным, лишить сна. Нельзя закалить психику чрезмерным эмоциональным напряжением, исключая необходимые периоды восстановления психофизиологического равновесия [41, 108, 117]. Контактный поединок является вершиной специальных тренировок. Хороший боец должен уметь эмоционально и физически «взорваться» во время поединка. Мгновенный эмоциональный взрыв сменяется расслабленным спокойствием до следующего поединка. Разрыв между соревнованиями не рекомендуется делать больше двух - трех месяцев [34, 118].

1.3. Физиологические основы спортивного тренировочного процесса в тхэквондо

Спортивная тренировка, с физиологической точки зрения, представляет собой многолетний процесс адаптации организма человека к требованиям, которые ему предъявляет тхэквондо [48, 83, 86, 85, 100, 101, 102, 110, 111].

На базе общей (неспециализированной) подготовки, в результате развития физических качеств и роста функциональных возможностей организма, осуществляется переход к специализированным формам подготовки спортсмена в тхэквондо. Этот процесс должен быть по возможности непрерывным, так как перерывы в систематических занятиях приводят к резкому падению достигнутого уровня проявления качественных сторон двигательной деятельности и освоения двигательных навыков. Достигнутый у подростков на протяжении первого года занятий рост мышечной силы за время летнего перерыва практически полностью теряется [85, 86, 100, 101, 102, 110, 111].

Цикличность тренировочного процесса связана с тем, что выход на наиболее высокий уровень специальной работоспособности осуществляется постепенно на протяжении подготовительного периода (3-4 мес.) [39, 97, 109].

К соревновательному периоду спортсмен достигает высокого уровня работоспособности, но поддерживать этот наивысший уровень функциональных и психических возможностей спортсмен может лишь ограниченное время (не более 4-5 мес.). После соревновательного периода необходим отдых, переключение на другую деятельность, снижение нагрузки, т. е. восстановительный период. Годичный тренировочный цикл (или 2 цикла в году), в свою очередь, подразделяется на промежуточные мезоциклы, а те – на недельные микроциклы. Такая цикличность соответствует естественным биоритмам человеческого организма и позволяет варьировать применяемые физические нагрузки [39, 76, 97].

Правильное чередование тяжести физических нагрузок с оптимальными интервалами отдыха обеспечивает возможность использования явлений суперкомпенсации – сверхвосстановления организма, когда следующее тренировочное занятие начинается с более высокого уровня работоспособности по сравнению с исходным. При этом режиме неуклонно растут результаты спортсмена и сохраняется его здоровье. Слишком большие интервалы не дают никакого прироста, а недостаточные интервалы приводят к падению работоспособности и ухудшению функционального состояния организма [85, 86, 100, 101, 102, 110, 111, 119].

Тренировочные нагрузки должны постепенно повышаться в зависимости от достигнутого уровня функциональных возможностей, иначе даже при систематических занятиях будет обеспечиваться лишь их поддерживающий эффект [109].

Для достижения высоких спортивных результатов должны использоваться максимальные нагрузки, которые вызывают мобилизацию функциональных резервов центральной нервной системы, двигательного

аппарата и вегетативных систем, оставляя функциональный и структурный след тренировки [48].

Правильная организация тренировочного процесса обуславливает состояние адаптированности спортсмена к специализированным нагрузкам или состояние тренированности. Состояние тренированности характеризуют: повышение функциональных возможностей организма; улучшение экономичности работы организма в состоянии покоя.

Овладение рациональной техникой выполнения упражнений, совершенство координации движений, повышение экономичности дыхания и кровообращения приводит к снижению энерготрат на стандартную работу, т.е. повышает КПД работы [49, 85].

Наиболее высокий уровень тренированности достигается в состоянии спортивной формы. Это состояние требует предельно возможной мобилизации всех функциональных систем организма, значительного напряжения регуляторных процессов. Состояние спортивной формы может сохраняться непродолжительное время в зависимости от индивидуальных особенностей спортсмена, его квалификации и других факторов. Цена такого уровня адаптации оказывается высокой - повышается реактивность организма на действие неблагоприятных условий среды, снижается его устойчивость к простудным и инфекционным заболеваниям, т. е. резко снижается иммунитет [62, 65, 66, 126].

Тренировочный эффект зависит от объема физической нагрузки – ее длительности, интенсивности и частоты. Однако у каждого человека имеется генетически определяемый предел функциональных перестроек в процессе тренировки – его генетическая норма реакции. При одинаковых физических нагрузках различные люди отличаются по величине и скорости изменений функциональной подготовленности, т.е. по тренируемости [14, 85, 86, 100, 101, 102, 110, 111].

Максимальная работоспособность развивается не в начале работы, а лишь спустя некоторое время. В тхэквондо сразу после команды к началу

поединка у спортсменов начинается период вработывания организма - это время, необходимое для настройки всех систем организма на рабочий лад. В это время формируется необходимый стереотип движений (по характеру, форме, амплитуде, скорости, силе и ритму) и происходит установка должного уровня функционирования вегетативных систем, обеспечивающих мышечную работу [124]. Каждая система обладает индивидуальной скоростью настройки [115, 116]. Так, двигательный аппарат настраивается на рабочий уровень быстрее, чем вегетативные системы – сердечно-сосудистая, дыхательная и др. Легочная вентиляция, потребление кислорода, частота сердцебиений и уровень артериального давления достигают необходимого для данной работы уровня только через некоторое время после ее начала [122]. Деятельность всех систем организма, участвующих в данной работе, должна приобрести согласованный характер. Чем короче период вработывания, тем раньше спортсмен развивает максимальную работоспособность и тем выше его результат [103, 105, 107].

Первая фаза периода вработывания - состояние начального усилия – длится не более 20-60 секунд. В это время происходит формирование координированного двигательного акта. Характеризуется замедленностью вегетативных процессов.

Вторая фаза периода вработывания – фаза мобилизации – длится до 7 мин. В это время устанавливается необходимый уровень функционирования вегетативных систем. Гетерохронизм – неодновременное включение функций организма. Первой растет ЧСС (частота сердечных сокращений), следующим МОК (минутный объем крови), потом потребление кислорода и далее АД (артериальное давление).

Третья фаза периода вработывания – наличие прямой зависимости между интенсивностью, мощностью работы и скоростью изменения физиологических функций.

Длительность периода вработывания зависит от характера мышечной работы, от степени тренированности спортсмена, от его индивидуальных

особенностей, от характера разминки. Чем труднее и непривычнее работа, тем дольше период вработывания. У тренированных спортсменов вработывание заканчивается быстрее, чем у нетренированных.

Период вработывания укорачивается при правильно проведенной разминке, когда на поединок спортсмен выходит уже в состоянии устойчивой работоспособности. Состояние устойчивой работоспособности наступает сразу после периода вработывания.

Устойчивое состояние возникает после окончания периода вработывания при работе умеренной и большой мощности. При работе максимальной и субмаксимальной мощности оно не возникает. Устойчивое состояние характеризуется согласованной работой всех систем организма. Его главными признаками являются постоянный уровень потребления кислорода и стабилизация физиологических функций. Различают два вида устойчивого состояния.

Истинное устойчивое состояние возникает при работе умеренной мощности. Кислородный запрос полностью удовлетворяется в процессе работы и кислородный долг почти не образуется: он возникает лишь в период вработывания и в моменты ускорений во время реализации атаки или контратаки. Вегетативные системы функционируют на относительно постоянном уровне, соответствующем мощности работы [107]. Это состояние может продолжаться долго, но мощность физической работы в таком поединке не позволит спортсмену добиться победы, для более успешного ведения схватки темп боя должен быть на уровне максимальной и субмаксимальной мощности [51, 116].

Кажущееся устойчивое состояние также характеризуется постоянным уровнем потребления кислорода и стабилизацией физиологических функций на максимально возможном уровне для данного спортсмена. Однако уровень фактического потребления кислорода меньше кислородного запроса. Фактическое потребление кислорода отражает не величину кислородного запроса, а величину его максимального потребления. Поэтому возникает

кислородный долг, затрудняющий работу. При большом кислородном долге продолжение работы становится невозможным. Это состояние возникает при работе большой мощности. В формировании этого состояния участвуют центральные корково-подкорковые механизмы регуляции соматических и вегетативных функций, гуморально-химическая регуляция вегетативных функций дыхания и кровообращения за счет гормонов гипофиза и надпочечников [52, 62, 65, 66].

Для спортивного поединка в тхэквондо, который длится 3 раунда по 2-3 минуты, кажущееся устойчивое состояние является довольно благоприятным, так как позволяет вести поединок, излишне не утомляясь и поддерживая достаточно высокий темп боя на большом уровне мощности, при условии высокого технико-тактического мастерства и в состоянии отличной спортивной формы тхэквондиста [72].

При длительной работе большой мощности наступает резкое снижение работоспособности. Такое состояние называется мертвой точкой. При этом возникает затруднение дыхания (не хватает воздуха), ощущение комка и царапающей боли в горле, появляются болевые ощущения в мышцах, в правом подреберье (печеночно-болевой синдром), нарушается координация движений, наступает чувство непереносимой усталости, возникает неодолимое желание прекратить работу. Оно сопровождается значительными сдвигами в деятельности всех вегетативных систем. Пульс учащается до 200 уд/мин, нарушается ритм сердечных сокращений (возникает аритмия), появляются экстрасистолы. Дыхание становится частым (до 60 уд./мин), но неглубоким. ЖЕЛ (жизненная емкость легких) резко снижается и составляет лишь 300-600 см³.

Физиологический механизм возникновения мертвой точки заключается в нарушении равновесия между процессами возбуждения и торможения в центральной нервной системе и во временном рассогласовании деятельности двигательного аппарата и внутренних органов. Если интенсивность работы не снижается, то указанные изменения прогрессируют, наступает утомление,

и дальнейшая работа становится невозможной; спортсмен становится просто не в состоянии продолжать поединок в таком темпе. Чем выше была мощность продолжительной работы, тем более сильное утомление возникает и тем менее мощную работу способен выполнять спортсмен в дальнейшем [91].

Главной причиной возникновения состояния мертвой точки принято считать биохимические изменения в крови, которые наступают в результате мышечной работы. Повышение концентрации водородных ионов в крови способствует развитию ацидоза, что и снижает работоспособность организма. Однако такое объяснение противоречит тому факту, что состояние мертвой точки сменяется «вторым дыханием» и резким повышением работоспособности еще до нормализации биохимического состава крови.

В настоящее время высказано предположение, что наступление мертвой точки вызвано форсированной вентиляцией воздухом верхних дыхательных путей, главным образом через рот. В результате наступает резкое торможение деятельности дыхательного центра, что и является причиной возникновения состояния мертвой точки. Такое предположение позволяет сделать вывод, что постепенная активизация физической деятельности с постепенным усилением интенсивности дыхания способствует повышению выносливости дыхательного центра к раздражению и тем самым отодвигает время наступления мертвой точки и даже может полностью исключить ее наступление.

Мертвая точка чаще возникает при работе в субмаксимальной и большой мощности, длящейся более 4 мин. Время ее возникновения зависит от длительности и интенсивности работы: чем дольше длится работа и чем ниже ее интенсивность, тем позже она возникает, и наоборот [116].

У хорошо тренированных спортсменов в состоянии спортивной формы мертвая точка возникает крайне редко. Средством, исключаящим ее возникновение, является правильно выполненная разминка. Наступление

мертвой точки ускоряется при частой смене ритма дыхания. Преодолению мертвой точки способствует глубокое дыхание, особенно полные, акцентированные выдохи.

Преодоление мертвой точки требует больших волевых усилий, поэтому опытные спортсмены усилием воли заставляют себя продолжать работу. Через некоторое время у них наступает «второе дыхание».

Вторым дыханием называют выход из мертвой точки. Это состояние характеризуется нормализацией деятельности внутренних органов: дыхание выравнивается, восстанавливается кислотно-щелочное равновесие крови, улучшается кровоснабжение работающих мышц, в них повышается эффективность химических процессов, что обеспечивает повышение их работоспособности. Резко усиливается потоотделение, что облегчает деятельность организма в целом. Движения становятся более свободными, исчезает чувство острой усталости [116].

Систематическое выполнение интенсивных нагрузок на фоне значительного утомления и недовосстановления организма приводит к развитию у спортсменов состояния сначала хронического утомления, а затем и переутомления. Напряженная двигательная деятельность в этом случае превышает функциональные возможности организма в адаптации к ним [62, 65, 66].

Это состояние характеризуется стойкими нарушениями двигательных и вегетативных функций, плохим самочувствием, падением работоспособности, поэтому следует тщательно следить за самочувствием спортсмена на тренировках и во время восстановления [45, 62, 65, 66].

ГЛАВА 2. АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ЮНЫХ ТХЭКВОНДИСТОВ В ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ

Представлен последовательный анализ функционального состояния сердечно-сосудистой системы юных тхэквондистов на подготовительном, соревновательном и восстановительном этапах тренировочного процесса.

2.1. Функциональная система сердца при физических нагрузках

Общие физиологические закономерности адаптационных процессов при занятиях спортом проявляются в усилении максимальных функциональных возможностей, а также в повышении экономичности деятельности органов и систем и организма в целом при выполнении мышечной работы [1, 4, 18, 74,75, 92, 112].

Структурные изменения в системах управления мышечной работой при адаптации к физическим нагрузкам наиболее сильно проявляются на уровне центральной нервной системы, что позволяет мобилизовать большее число моторных единиц и приводит к совершенствованию межмышечной координации [63, 65, 66].

Постоянное повышение запросов на доставку пластических, энергетических субстратов и кислорода, а также вымывание продуктов метаболизма при регулярных физических нагрузках стимулируют сердечно-сосудистую систему, изменяют обменные и регуляторные процессы в организме спортсменов [55, 106, 133, 134, 150].

«Цена» устойчивой адаптации к условиям любой деятельности может проявляться в прямом изнашивании функциональных систем, на которые приходится наибольшая нагрузка. Следствием изнашивания функциональной системы является рост сердечно-сосудистых патологий [58, 61, 62, 64, 65, 66].

Важнейшей системой жизнеобеспечения организма и, следовательно, важнейшим индикатором адаптационных возможностей является функциональная система сердца. Она рассматривается как ведущий показатель, отражающий целостное состояние организма и его адаптивные возможности.

В работах многих авторов отмечается, что механизмы развития долговременной адаптации функциональной системы сердца у здоровых спортсменов связаны с умеренной гипертрофией миокарда, с развитием экономизации обменных процессов, что проявляется брадикардией, возникающей в результате изменения нейровегетативной регуляции с преобладанием вагусных воздействий на сердце [28, 51, 67, 135, 136].

Увеличение границ variability адаптации функциональной системы сердца происходит по мере роста спортивной квалификации спортсмена [4, 44, 93].

По современным представлениям, тренирующей для функциональной системы сердца является не всякая физическая нагрузка. Повышение функциональных возможностей сердца происходит только в том случае, когда физическая активность достигает пороговой величины или превышает её [4, 31, 44, 78, 94, 114].

Допороговые физические нагрузки не вызывают необходимых морфофизиологических изменений в функциональной системе сердца, а приводят лишь к ее незначительной вегетативной перестройке [25, 35].

Чрезмерные, сверхпороговые физические нагрузки приводят к переутомлению и к развитию патологических функциональных состояний [40, 60, 96, 103].

Длительные интенсивные физические нагрузки приводят числа коронарных капилляров на единицу площади миокарда к снижению вместо увеличения. Это является проявлением «отрицательного перекрестного эффекта адаптации» [62, 65, 66]. Об адекватности физических нагрузок и физиологическом характере увеличения сердца свидетельствует уменьшение

размеров сердца и восстановление строения волокон миокарда при прекращении активных занятий спортом [31, 142]. Определение «физиологических границ» адаптационных изменений, происходящих в организме спортсменов, имеет важное значение [38].

Направленность физических нагрузок (развитие выносливости, скоростно-силовой подготовки, развитие силы, сложно-координационной деятельности) определяет особенности адаптационных процессов, протекающих в функциональной системе сердца [69, 106, 123, 128, 129]. Причем, направленность спортивной тренировки влияет на все элементы функциональной системы сердца: состояние сосудистого русла [26, 149], морфологию сердца и системную гемодинамику [36, 132].

В зависимости от направленности тренировочного процесса как результат долговременной адаптации формируются элементы оптимального функционирования функциональной системы сердца [141, 147].

Однако конкретные особенности и их физиологическое значение сопряженного функционирования разных элементов функциональной системы сердца полностью не установлены [14, 143, 146].

Тренировка силовых способностей сложно-координационной направленности адаптации, как правило, не приводит к повышению резистентности организма, возникает небольшое повышение мощности системы транспорта кислорода или даже снижение этой мощности (при определенном уровне спортивной квалификации) [45, 46, 62, 63, 65, 66, 139, 144].

Силовые нагрузки способствуют увеличению объема предсердий и желудочков в зависимости от спортивной квалификации [73]. Силовая направленность учебно-тренировочного процесса формирует симпатикотонию, что отражает напряжение регуляторных процессов [7, 104, 125].

Степень влияния тренировок в ациклических видах спорта на функциональную систему сердца и ее подготовленность к соревнованиям

трудно оценить [42, 71]. Нарушение адаптационных возможностей спортсменов в ациклических видах спорта характеризуется значительным снижением общей мощности спектра, усилением гуморально-метаболического влияния на регуляцию сердечного ритма, увеличением индекса напряжения более 20 ед. [2, 42, 113].

Скоростная работа приводит к снижению объема сердца [4, 25]. Переутомление приводит к снижению ударного объема сердца, падению сократимости миокарда или же к увеличению тотальных размеров сердца без увеличения ударного объема и сократимости (бычье сердце) [35].

При тренировках, направленных на развитие скоростной выносливости, «физиологическая цена» деятельности сердца выше, чем при тренировках на скорость [71]. Стрессовая кардиомиопатия встречается чаще у спортсменов циклических видов спорта, тренирующихся на выносливость. Так, 65% спортсменов, развивавших качество выносливости, за свою спортивную карьеру переживают симптомы перетренированности [5, 36, 60, 140].

Нарушение вегетативного обеспечения функциональной системы сердца (гипертонический или гипотонический тип реакций) сочетается с повышенным содержанием в крови иммуносупрессирующих веществ, что приводит к восприимчивости к инфекциям и является одним из признаков перетренированности [59, 60, 137, 138, 145, 148].

Особенности сердечной деятельности при скоростно-силовой направленности упражнений рассматриваются в ограниченном числе работ. В частности, в казанской школе физиологии спорта установлено, что изменения показателей частоты сердечных сокращений во время выполнения физической нагрузки зависят от спортивной подготовленности. Чем выше спортивная подготовленность, тем меньше реакция сердца на нагрузку. Отмечается, что скоростно-силовые нагрузки приводят к экономизации работы сердца и повышению его насосной функции, что является положительным адаптационным изменением [14, 84].

Вопросы влияния сосудистой нагрузки сердца и его сократимости на величину частоты сердечных сокращений в покое и при мышечной деятельности остаются неизученными [9]. Воздействие на процесс кровоснабжения работающих мышц, нейрогуморальных, вегетативных и других регуляторных факторов, обеспечивает и необходимую величину минутного кровотока, и соответствующие параметры артериального давления фаз сердечного цикла, а также частоты сердечных сокращений. На перечисленные показатели так же влияют биомеханические факторы (сосудистое сопротивление, упругость левого желудочка, мощность сердечных сокращений). На эффективность взаимодействия сердца и сосудов влияют показатели периферического, инерционного и эластического сопротивления. Существует зависимость между показателями сосудистой нагрузки и сократимостью левого желудочка сердца [9, 131].

Повышение мощности системы транспорта кислорода наблюдается при силовой и сложно-координационной направленности тренировочного процесса. Достижение определенного уровня спортивной квалификации в силовых и сложно-координационных видах спорта может сопровождаться снижением функциональной мощности системы транспорта кислорода, причиной которого могут служить низкие величины ударного объема сердца [45, 46, 139, 144].

Особенности нейровегетативной регуляции ритма сердца влияют на динамику адаптивных изменений функциональной системы сердца [32, 80, 87, 99]. Это выявляется при спектральном анализе ритма сердца, возникает преобладание парасимпатической регуляции, приводящее к повышению индекса вагосимпатического взаимодействия (вагосимпатический индекс – отношение мощности колебаний в диапазоне низких и высоких частот) [26, 67, 128].

Регуляторные механизмы – основной фактор, влияющий на процесс расходования функциональных резервов. В связи с этим, изучение активности различных уровней регуляции деятельности функциональной

системы сердца в последние годы рассматривается как один из перспективных методов исследования. Метод анализа variability сердечного ритма наиболее пригоден при исследовании практически здоровых людей в процессе их рабочей и спортивной деятельности [19, 21, 25].

Спектральный анализ variability сердечного ритма существенно расширяет возможности оценки адаптации и уровня текущей тренированности спортсменов [13, 26, 42, 53; 57, 90].

Специфичность регуляторных механизмов функциональной системы сердца обуславливается: гендерными различиями [7, 22, 27, 37]; уровнем квалификации [26]; особенностями технической подготовленности и соревновательной деятельности спортсменов [42, 128]; наследственными факторами [54, 88]; состоянием механизмов взаимодействия эмоционального состояния, респираторного и локомоторного отделов [50, 81]; наличием дисфункций позвоночно-двигательных сегментов [53, 90, 120]; состоянием системы внешнего дыхания [33, 99]; типом кровообращения спортсменов («модельный» для данного вида спорта тип кровообращения повышает результативность спортсменов, а несовпадение спортивной специализации с типом кровообращения приводит к дезадаптации функциональной системы сердца) [12, 26, 42, 128].

Нарушения адаптационных возможностей функциональной системы сердца у спортсменов проявляются одинаковыми изменениями variability сердечного ритма, в частности, снижается общая мощность спектра, усиливаются гуморально-метаболические влияния на сердечный ритм, увеличивается индекс напряженности по Р.М. Баевскому [15, 71, 95].

По колебаниям частоты сердечных сокращений и степени ее организации выделяют три варианта: состояние психофизиологического напряжения, что проявляется в малом колебании частоты сердечных сокращений и в малом разбросе значений (жесткая стабилизация напряжения регуляторных механизмов); состояние психофизиологической устойчивости,

проявляющейся в среднем уровне колебаний частоты сердечных сокращений и в среднем разбросе значений; состояние психофизиологической неустойчивости, проявляющейся в высоких колебаниях частоты сердечных сокращений и в большом разбросе значений (неустойчивость функциональной системы сердца, ослабление регуляторных механизмов) [20, 23, 95].

Уместно отметить, что колебания частоты сердечных сокращений являются интегральным параметром, отражающим не только состояние функциональной системы сердца, но и состояние организма как единой целостной системы [130].

Колебания интегрального параметра адекватно отражают состояние всей целостной системы организма. Анализ колебательной активности функциональной системы сердца отражает состояние динамической вероятности системы организма в ее взаимодействии с изменениями в окружающей среде [16, 17, 82].

Общие физиологические закономерности адаптационных процессов при занятиях спортом проявляются в усилении максимальных функциональных возможностей, а также в повышении экономичности деятельности органов и систем и организма в целом при выполнении мышечной работы [1, 4, 18, 74, 75, 92, 112].

2.2. Реактивность индикаторов функционального состояния сердечно-сосудистой системы юных тхэквондистов в динамике тренировочного процесса

Необходимость изучения особенностей реактивности сердечно-сосудистой системы юных тхэквондистов на действие подготовительных к соревнованиям тренировочных воздействий обусловлена тем, что на этом этапе акцент мышечных и психоэмоциональных нагрузок смещается в сторону их чрезмерной интенсификации. Как следствие изнурительных и экстремальных тренировок у юных спортсменов часто наблюдается высокая

плата, иногда срыв адаптации и перетренированность [3, 5]. Поэтому, чтобы вовремя заметить симптомы перетренированности, необходимо чётко понимать специфику реактивности динамики индикаторов функционального состояния кардиореспираторной системы организма спортсменов как интегрального физиологического показателя особенностей адаптации к повышенным нагрузкам подготовительного тренировочного макроцикла.

Изучив реактивность динамики индикаторов функционального состояния сердечно-сосудистой системы юных тхэквондистов на подготовительном периоде тренировочного процесса, выявили границы нормы вариабельности колебаний основных параметров гомеостаза системы кровообращения при воздействии интенсивных нагрузок.

Адаптация как изменение органов и систем, которые приспособляются к продолжительным или повторяющимся действиям раздражителей – процесс сугубо индивидуальный. При этом происходит некая функциональная модификация, которая с биокбернетических позиций рассматривается как инвариантное приводящее всей совокупности внутренних информационных связей, преобразование к изменению способности к реагированию [3, 43].

Исходя из этого, правомерен вывод о том, что адаптация – это процесс поиска оптимального функционального состояния, т.е. реакция абсолютно качественная и чрезвычайно индивидуальная, отражённая во всём многообразии молекулярно-клеточных проявлений, а также уровней их регуляций. Дальнейшие рассуждения приводят к необходимости интегральных оценок как в рамках физиологического, так и информационного подходов [121].

Анализ вариабельности сердечного ритма является информационным методом оценки состояния процессов регуляции физиологических функций в организме человека и животных, в частности, общей активности таких процессов, как гуморально-гормональных, симпато-парасимпатических в центральном и периферическом отделах вегетативной нервной системы.

Текущая активность симпатического и парасимпатического отделов является результатом многоконтурной и многоуровневой реакции системы регуляции кровообращения, изменяющей во времени свои параметры для достижения оптимального для организма приспособительного ответа. Параметры интегральны по функции и усреднены по времени, а также отражают адаптационную реакцию целостного организма [11, 30, 68].

Оценивались особенности динамики индикаторов функционального состояния сердечно-сосудистой системы до и после подготовительного тренировочного периода при помощи цифрового анализатора биоритмов, программно-аппаратного комплекса «Омега-М».

В таблице 1 представлены результаты функциональной диагностики сердечно-сосудистой системы юных тхэквондистов в динамике подготовительного тренировочного периода на программно-аппаратном комплексе «Омега-М».

Таблица 1

Результаты функциональной диагностики сердечно-сосудистой системы юных тхэквондистов в динамике тренировочного процесса (в начале и в конце подготовительного периода) ($\bar{X} \pm \delta$)

Индикаторы функционального состояния ССС (вариабельность сердечного ритма - ВСР)	Начало (n=20)	Окончание (n=20)	Процент изменений
Показатели сердечной деятельности			
ЧСС, (уд/мин)	65,54±1,45	62,73±1,32	- 4,3% *
ИВР, (усл. ед.)	65,21±5,44	77,14±4,89	+18,3% **
ВПР, (усл. ед.)	0,52±0,04	0,44±0,06	- 15,4% **
АПР, (усл. ед.)	18,74±1,01	22,33±1,56	+19,2% **
ИН, (усл. ед.)	30,66±2,43	36,87±3,56	+20,3% **
Health, (%)	91,52±5,67	96,41±4,54	+5,3% *
Статистический анализ ВСР			
RRNN, (мс)	1012,53±18,6	1054,81±19,4	+4,2% *
SDNN, (мс)	85,41±4,32	89,76±3,66	+5% *
CV, (%)	7,47±1,22	8,13±1,64	+8,8% *
Анализ гистограммы кардиоинтервалов			
Мода (Мо)	0,78±0,03	0,86±0,04	+10,3% **
BP	0,270±0,01	0,315±0,02	+16,7% **
АМо	32,32±1,24	29,41±1,43	- 9% *
Спектральный анализ ВСР			
HF, (мс ² /Гц)	0,34±0,03	0,39±0,04	+14,7% *
LF, (мс ² /Гц)	0,123±0,02	0,133±0,03	+8,13% *
LF/HF, (%)	0,35±0,01	0,33±0,02	- 6,0% *

Примечание: * - $p \leq 0,05$ – достоверность различий в группе по сравнению с начальным измерением; ** - $p \leq 0,01$ – достоверность различий в группе по сравнению с начальным измерением.

Как видно из таблицы 1, изменение произошло во всех показателях сердечной деятельности: ИВР, ВПР, АПР, ИН, ВР, НФ. Из этого следует, что произошли физиологические адаптивные изменения в макроцикле подготовки к соревнованиям.

Индикаторы функционального состояния ССС

На рисунке 1 показана динамика изменений показателей сердечно-сосудистой системы юных тхэквондистов по результатам измерения variability сердечного ритма.

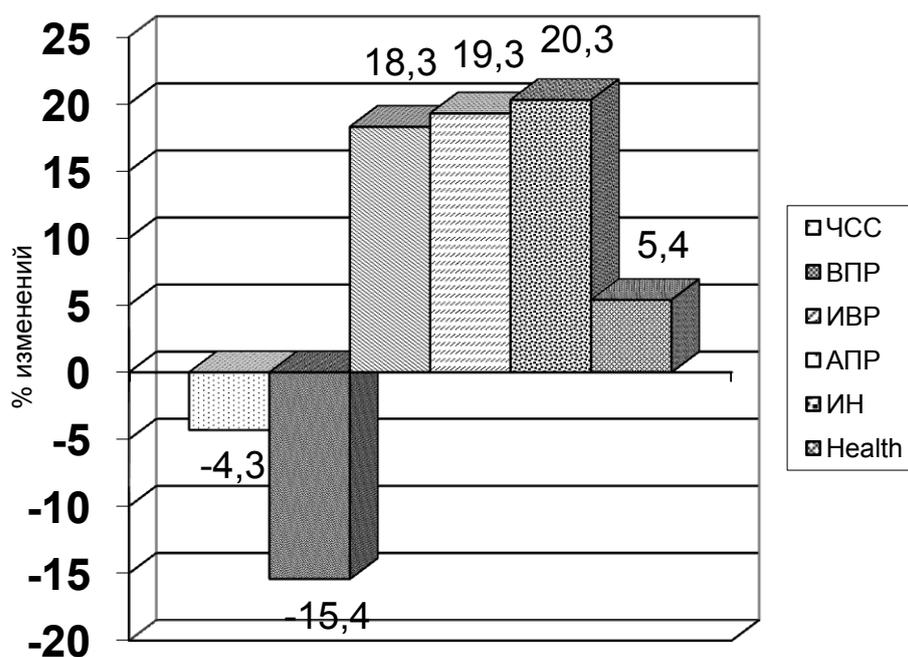


Рис.1. Изменение показателей сердечной деятельности тхэквондистов в подготовительном периоде тренировочного процесса

Частота сердечных сокращений по окончании предсоревновательного этапа тренировочного процесса у юных тхэквондистов достоверно ($p \leq 0,05$) снизилась с $65,54 \pm 1,45$ до $62,73 \pm 1,32$ уд/мин (табл. 1), т.е. на 4,3%, что

свидетельствует о снижении симпатического напряжения и перестройках экономизирующего характера в функциях сердечно-сосудистой системы.

Индикаторы функционального состояния ССС по показателям variability сердечного ритма изменились по окончании обследуемого этапа в сторону усиления активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, что свидетельствует о сдвиге регуляции миокарда вектора к периферии и о позитивных экономизирующих перестройках ССС юных тхэквондистов. Так, например, вегетативный показатель ритма ($VPR=1/Mo*\Delta X$), позволяющий судить о вегетативном балансе с точки зрения оценки активности автономного контура регуляции, снизился с $0,52\pm 0,04$ до $0,44\pm 0,06$ усл. ед. (табл. 1), т.е. на 15,4% ($p<0,01$), но остался в пределах нормы. Это свидетельствует, что вегетативный баланс начал смещаться в сторону преобладания парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

Индекс вегетативного равновесия ($ИВР=AMo/\Delta X$), указывающий на соотношение между активностью симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, повысился на 18,3% ($p<0,01$) (оставшись при этом в пределах нормы) в сторону усиления активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Эти данные подтверждают предположение об эффективности процесса подготовки и физиологического влияния на миокард.

Показатель адекватности процессов регуляции ($АПР=AMo/Mo$), отражающий соответствие между активностью парасимпатического отдела вегетативной нервной системы и ведущим уровнем функционирования синусового узла, увеличился в процессе исследования на 19,2% ($p<0,01$) (оставшись в пределах нормы) в сторону усиления активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Выше представленные данные свидетельствуют о симватности физиологических сдвигов в сердце.

Индекс напряжения ($ИН = \Delta Mo / 2 * \Delta X * Mo$) регуляторных систем, отражающий степень централизации управления сердечным ритмом в норме, составляет от 10 до 100 у.е. Величина индекса напряжения у тхэквондистов по окончании тренировочного периода повысилась с $30,66 \pm 2,43$ до $36,87 \pm 3,56$ усл. ед. (табл. 1), на 20,3% ($p < 0,01$), однако при этом продолжала соответствовать устойчивой фазе адаптации ССС к физическим нагрузкам. Интегративная деятельность миокарда по данным (**Health**) – интегрального показателя здоровья ССС улучшилась по окончании подготовительного тренировочного периода на 5,3% ($p < 0,05$), что также свидетельствует о рациональном процессе подготовки юных тхэквондистов.

Статистический анализ вариабельности сердечного ритма

На рисунке 2 показана динамика изменений показателей статистического анализа вариабельности сердечного ритма. **RRNN** – средняя длительность интервалов R-R и обратная величина этого показателя – средняя ЧСС. В норме его значения находятся в пределах 20-50 мс. Показатель RRNN, отражающий конечный результат многочисленных регуляторных влияний на синусовый ритм сложившегося баланса между парасимпатическим и симпатическим отделами вегетативной нервной системы, достоверно ($p \leq 0,05$) увеличился с $1012,53 \pm 18,6$ мс до $1054 \pm 19,40$ мс (табл. 1), т.е. на 4,2% ($p < 0,05$), что свидетельствует о реактивности ССС в сторону активизации парасимпатического контура регуляции. Следовательно, тренировочный процесс юных тхэквондистов благотворно воздействовал на состояние их сердечно-сосудистой системы.

SDNN (standart deviation of the NN interval) – стандартное отклонение величин нормальных RR-интервалов. В норме находится в пределах 40-80 мс. SDNN является интегральным показателем, характеризующим вариабельность ритма сердца в целом, и зависит от влияния на синусовый узел симпатического и парасимпатического отделов ВНС. Увеличение или

уменьшение этого показателя свидетельствует о смещении вегетативного баланса в сторону преобладания одного из отделов ВНС.

У юных тхэквондистов по окончании подготовительного тренировочного этапа значения SDNN достоверно увеличились на 5% ($p < 0,05$) с $85,4 \pm 4,32$ до $89,7 \pm 3,66$ мс, что превосходит на 12% верхнюю границу нормы (рис. 3). Это указывает на высокую степень участия парасимпатического звена регуляции в адаптационных реакциях организма спортсменов.

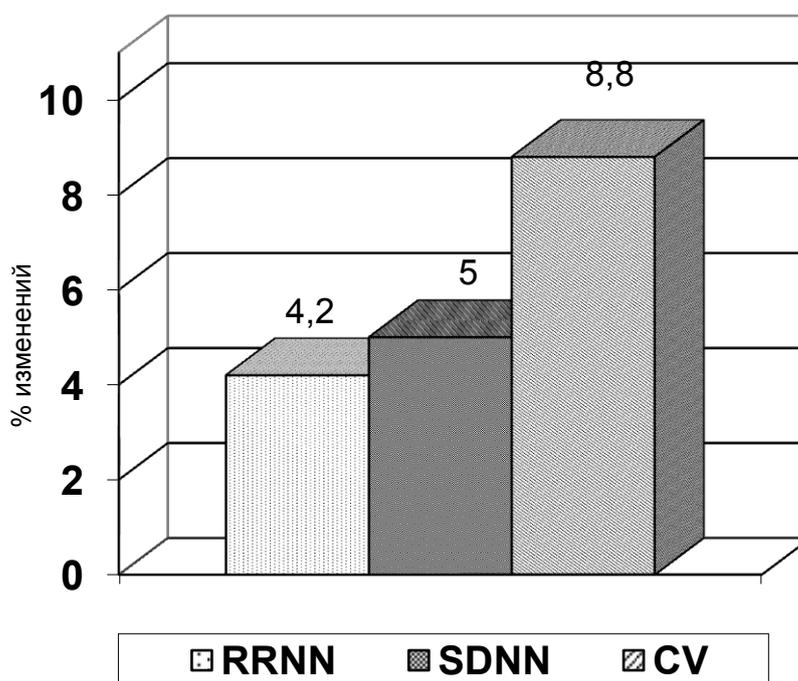


Рис.2. Изменение показателей статистического анализа variability сердечного ритма тхэквондистов в подготовительном периоде тренировочного процесса

$CV = SDNN/RRNN \times 100\%$ – нормированный показатель суммарного эффекта регуляции (коэффициент вариации). По физиологическому смыслу этот показатель не отличается от SDNN, но при анализе ВРС позволяет учитывать влияние ЧСС. В нашем исследовании показатель CV увеличился на 8,8% ($p < 0,05$), что оказалось выше показателей CV, рекомендуемых стандартами Европейского кардиологического общества и Североамериканского общества электрофизиологов, в среднем на 80%.

Таким образом, все статистические показатели анализа ВСР у юных тхэквондистов в процессе подготовительного периода тренировочного процесса свидетельствуют об избирательной реактивности и чувствительности динамики индикаторов функционального состояния и поддержания сердечно-сосудистого гомеостаза в сторону усиления активности парасимпатического контура регуляции в адаптационных реакциях организма у данных спортсменов.

Анализ гистограммы кардиоинтервалов

На рисунке 3 показана динамика изменений показателей анализа гистограммы кардиоинтервалов у юных тхэквондистов на предсоревновательном этапе подготовительного периода тренировочного процесса. **Мода (Mo)** – это наиболее часто встречающееся значение RR. Она указывает на доминирующий уровень функционирования синусного узла. При симпатотонии мода минимальна, при ваготонии - максимальна. В норме значение моды колеблется от 0,7 до 0,9 ед. В нашем исследовании значения Mo у юных тхэквондистов достоверно увеличились под конец подготовительного тренировочного этапа с $0,78 \pm 0,03$ до $0,86 \pm 0,04$ усл. ед., т.е. на 10,3% ($p < 0,01$) в сторону усиления ваготонии (рис. 3).

Вариационный размах (BP) – вычисляется как разница между максимальным и минимальным значениями RR-интервалов (ширина основания гистограммы). BP рассматривают как парасимпатический показатель. Чем он выше, тем сильнее выражено влияния вагуса на ритм сердца. Нормальные значения BP - от 0,15 до 0,45. В нашем исследовании показатели BP по окончании подготовительного периода тренировочного макроцикла у юных тхэквондистов достоверно повысились с $0,270 \pm 0,01$ до $0,315 \pm 0,02$ усл. ед., т.е. на 16,7% ($p < 0,01$) (рис. 4), оставшись при этом в пределах нормы парасимпатической регуляции ССС у спортсменов.

Амплитуда моды (AMo) – отношение количества RR-интервалов со значениями, равными Mo к общему количеству RR-интервалов в процентах.

Данный показатель отражает степень ригидности ритма. Его нормальные значения равны 30-50%. Уменьшение АМо в нашем исследовании на 9% ($p < 0,05$) с $32,32 \pm 1,24$ усл. ед. до 29,41 усл. ед. свидетельствует о преобладании парасимпатических влияний на синусный узел регуляции ССС при адаптации к физическим нагрузкам у юных тхэквондистов в подготовительном периоде годового макроцикла (рис. 3).

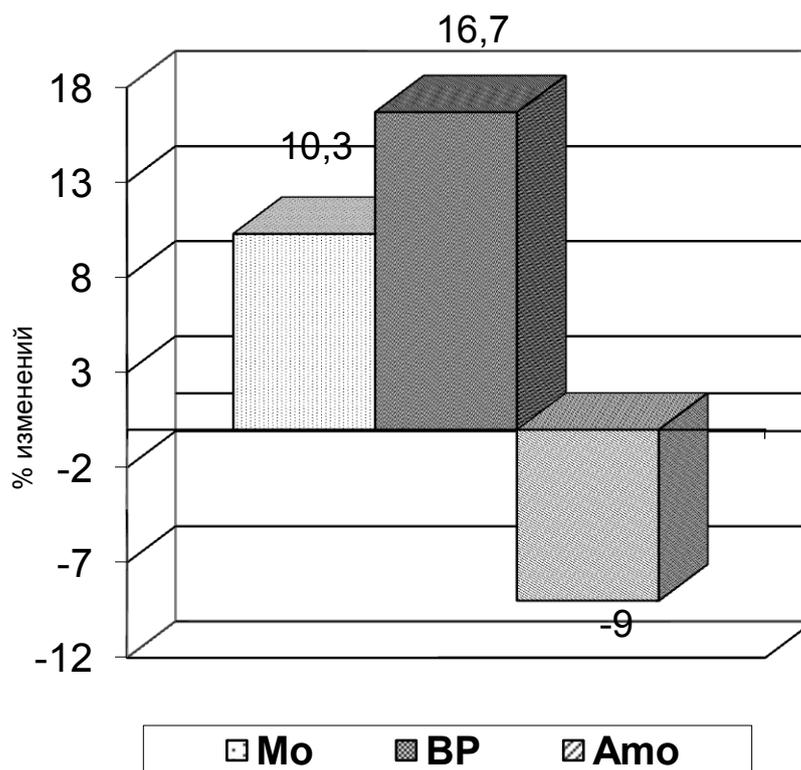


Рис.3. Изменение показателей анализа гистограммы кардиоинтервалов у тхэквондистов в подготовительном периоде годового макроцикла

Таким образом, анализ гистограммы кардиоинтервалов вариационной пульсометрии, полученной до и после нагрузки подготовительного тренировочного этапа, выявил реактивность сердечно-сосудистой системы у всех испытуемых тхэквондистов в сторону усиления активности автономного парасимпатического контура регуляции.

Спектральный анализ variability сердечного ритма

Точная количественная оценка периодических процессов сердечного ритма представлена на рисунке 4, где показана динамика изменений показателей спектрального анализа variability сердечного ритма у юных тхэквондистов на обследуемом этапе тренировочного процесса. Это позволило оценить активность отдельных уровней управления ритмом сердца у спортсменов.

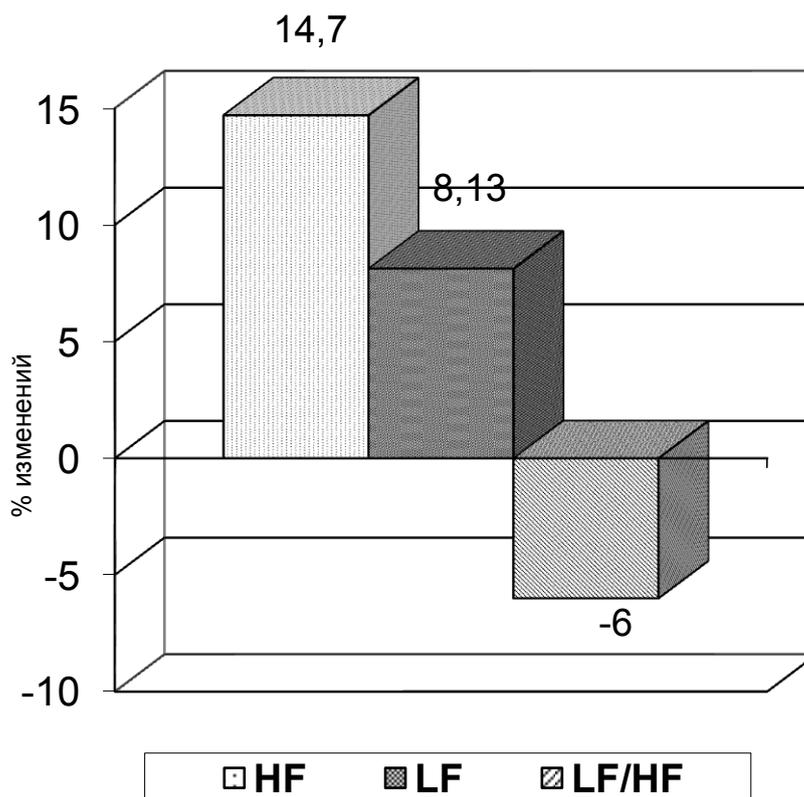


Рис.4. Изменение показателей спектрального анализа variability сердечного ритма у тхэквондистов в подготовительном периоде тренировочного процесса

Высокие частоты (HF - High Frequency) – 0,15-0,40 Гц. Указывают на преимущественную роль парасимпатического отдела вегетативной нервной системы в формировании колебаний в данном диапазоне частот. У спортсменов и у подростков, имеющих хорошую тренированность, HF также значительно превышает таковую у нетренированных и должна преобладать над мощностью низких частот. Снижение у спортсменов мощности HF может свидетельствовать о напряжении регуляторных систем сердца и

свидетельствует о перетренированности, хотя чрезмерное ее увеличение говорит об опасности нарушения синусового ритма. В нашем исследовании показатели высоких частот достоверно увеличились с $0,34 \pm 0,03$ до $0,39 \pm 0,04$ Гц (табл. 1), т.е. на 14,7% ($p < 0,05$), что свидетельствует о хорошей адаптации ССС юных тхэквондистов к физическим нагрузкам подготовительного периода тренировочного процесса (рис. 4).

Низкие частоты (Low Frequency – LF) – 0.04 - 0.15 Гц. Физиологическая интерпретация данного показателя неоднозначна. Считается, что на мощность в этом диапазоне частот влияет изменение тонуса как парасимпатического, так и симпатического отделов нервной системы. В нашем исследовании показатели низкочастотных составляющих спектра повысились по окончании подготовительного тренировочного периода с 0,12 до 0,13 Гц (табл.1), т.е. на 8,13% ($p < 0,05$) (рис. 5), оставшись при этом в верхней границе нормы, что свидетельствует о преобладании в модуляции сердечного ритма юных тхэквондистов парасимпатического отдела регуляции, который является наиболее совершенным уровнем управления физиологическими функциями при долговременной адаптации к физическим нагрузкам.

LF/HF – соотношение симпатических и парасимпатических влияний характеризуется с помощью отношения мощностей. При повышении тонуса симпатического отдела данный показатель значительно возрастает, при ваготонии – наоборот. В нашем исследовании показатели соотношения симпатических и парасимпатических влияний немного уменьшились с $0,35 \pm 0,01$ до $0,33 \pm 0,02$, т.е. на 6,0% ($p < 0,05$), что является свидетельством увеличения ваготонии и, следовательно, показывает более высокий и быстрый уровень управления функциональным состоянием ССС юных тхэквондистов при их адаптации к предсоревновательным физическим нагрузкам в подготовительном периоде (рис.4).

Таким образом, результаты анализа реактивности динамики индикаторов функционального состояния сердечно-сосудистой системы

юных тхэквондистов на обследуемом этапе тренировочного процесса свидетельствует о том, что:

1. Реактивность динамики индикаторов функционального состояния ССС юных тхэквондистов на подготовительном этапе тренировочного процесса имеет тенденцию к активизации парасимпатического контура регуляции.

2. Регуляция функционального состояния ССС у юных тхэквондистов при адекватной адаптации к физической нагрузке подготовительного тренировочного периода происходит с преобладанием ваготонии на уровне вегетативной нервной системы.

3. В спектральном анализе variability сердечного ритма юных тхэквондистов, адаптированных к применяемым физическим нагрузкам, преобладают волны высокочастотного (парасимпатического) диапазона, что является наиболее совершенным уровнем управления физиологическими функциями при долговременной адаптации к физическим нагрузкам.

Для рационального построения тренировочного процесса при сохранении адекватного адаптационного потенциала ССС необходимо отследить динамику индикаторов функционального состояния ССС не только в подготовительном периоде тренировочного процесса, но и на соревновательном и восстановительном этапах.

Таблица 2

Результаты функциональной диагностики сердечно-сосудистой системы юных тхэквондистов в динамике тренировочного процесса (в начале и в конце СП - соревновательного периода) ($\bar{X} \pm \delta$)

Индикаторы функционального состояния ССС (вариабельность сердечного ритма - ВСР)	Начало СП (n=20)	Окончание СП (n=20)	Процент изменений
Показатели сердечной деятельности			
ЧСС, (уд/мин)	62,73±1,32	64,51±1,33	+ 2,8%
ИВР, (усл. ед.)	77,14±4,89	70,19±4,12	- 9,1% *
ВПР, (усл. ед.)	0,44±0,06	0,46±0,08	+ 5%
АПР, (усл. ед.)	22,33±1,56	19,72±1,37	- 11,6% *
ИН, (усл. ед.)	36,87±3,56	39,48±3,19	+ 7,1% *

Health, (%)	96,41±4,54	86,45±4,54	- 10,1% *
Статистический анализ ВСР			
RRNN, (мс)	1054,81±19,4	1027,64±36,5	- 2,6%
SDNN, (мс)	89,76±3,66	85,32±3,87	- 5,1% *
CV, (%)	8,13±0,64	7,41±0,33	- 8,9% *
Анализ гистограммы кардиоинтервалов			
Мода (Мо)	0,86±0,04	0,81±0,08	- 5,9% *
BP	0,315±0,02	0,294±0,05	- 6,7% *
АМо	29,41±1,43	31,76±1,31	+ 7,9% *
Спектральный анализ ВСР			
HF, (мс ² /Гц)	0,39±0,04	0,36±0,03	- 7,6% *
LF, (мс ² /Гц)	0,133±0,03	0,121±0,02	- 9% *
LF/HF, (%)	0,33±0,02	0,35±0,01	+ 6% *

Примечание: * - $p \leq 0,05$ – достоверность различий в группе по сравнению с начальным измерением; ** - $p \leq 0,01$ – достоверность различий в группе по сравнению с начальным измерением.

Как видно из таблицы 2, наибольшие сдвиги наблюдались в следующих значениях: АПР, Health, ИВР, АМо, LF, HF, BP, LF/HF.

Индикаторы функционального состояния ССС

На рисунке 5 показана динамика изменений показателей сердечно-сосудистой системы юных тхэквондистов в соревновательном периоде по результатам измерения variability сердечного ритма.

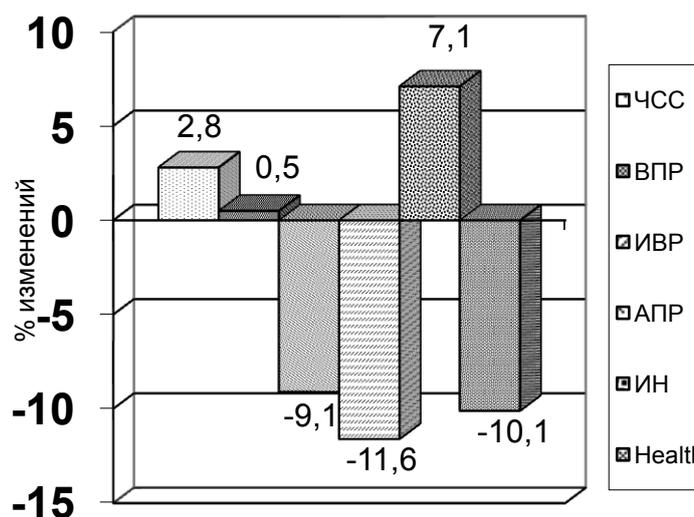


Рис.5. Изменение показателей сердечной деятельности тхэквондистов в соревновательном периоде тренировочного процесса

По результатам анализа реактивности динамики индикаторов функционального состояния сердечно-сосудистой системы юных тхэквондистов на соревновательном этапе тренировочного процесса можно сделать следующие выводы:

1. Реактивность динамики индикаторов функционального состояния ССС юных тхэквондистов на соревновательном этапе тренировочного процесса имеет тенденцию к активизации симпатического контура регуляции в связи с экстремальностью соревновательной деятельности в тхэквондо.

2. На уровне вегетативной нервной системы регуляция функционального состояния ССС у юных тхэквондистов при физической нагрузке соревновательного тренировочного периода происходит с возрастанием доли симпатотонии.

3. В спектральном анализе вариабельности сердечного ритма юных тхэквондистов, адаптированных к соревновательным физическим нагрузкам, наблюдаются предпосылки к преобладанию в модуляции сердечного ритма симпатического отдела регуляции, который является менее совершенным уровнем управления физиологическими функциями при долговременной адаптации к физическим нагрузкам.

Для полноценной картины адаптивных изменений в ССС юных тхэквондистов необходимо рассмотреть динамику индикаторов функционального состояния ССС спортсменов в восстановительном периоде тренировочного процесса.

В таблице 3 представлены результаты функциональной диагностики сердечно-сосудистой системы юных тхэквондистов в динамике восстановительного тренировочного периода на программно-аппаратном комплексе «Омега-М».

Как видно из таблицы 3, наибольшие изменения произошли в следующих показателях вариабельности сердечного ритма: ИВР, ВПР, АПР, ИН, ВР, НФ. Из этого следует, что в восстановительном периоде

тренировочного процесса произошли физиологически адаптивные изменения.

Таблица 3

Результаты функциональной диагностики сердечно-сосудистой системы юных тхэквондистов в динамике тренировочного процесса (в начале и в конце ВП - восстановительного периода) ($\bar{X} \pm \delta$)

Индикаторы функционального состояния ССС (вариабельность сердечного ритма - ВСР)	Начало СП (n=20)	Окончание СП (n=20)	Процент изменений
Показатели сердечной деятельности			
ЧСС, (уд/мин)	64,51±1,33	60,32±2,78	- 6,5% *
ИВР, (усл. ед.)	70,19±4,12	78,75±5,18	+ 12,2% **
ВПР, (усл. ед.)	0,46±0,05	0,40±0,04	- 13,1% **
АПР, (усл. ед.)	19,72±1,37	22,41±2,16	+ 13,6% **
ИН, (усл. ед.)	39,48±3,19	32,87±5,98	- 16,7% **
Health, (%)	86,45±4,54	95,42±7,92	+ 10,4% *
Статистический анализ ВСР			
RRNN, (мс)	1027,64±36,5	1095,46±25,7	+ 6,6% *
SDNN, (мс)	85,32±3,87	91,18±4,81	+ 6,7% *
CV, (%)	7,41±0,33	7,98±0,27	+ 7,7% *
Анализ гистограммы кардиоинтервалов			
Мода (Мо)	0,81±0,08	0,91±0,09	+ 12,3% **
ВР	0,294±0,05	0,318±0,07	+ 8,2% *
АМо	31,76±1,31	28,86±1,26	- 9,2% *
Спектральный анализ ВСР			
HF, (мс ² /Гц)	0,36±0,03	0,41±0,04	+ 13,9% **
LF, (мс ² /Гц)	0,121±0,01	0,135±0,01	+ 11,6% **
LF/HF, (%)	0,35±0,04	0,31±0,03	- 11,4% **

Примечание: * - $p \leq 0,05$ – достоверность различий в группе по сравнению с начальным измерением; ** - $p \leq 0,01$ – достоверность различий в группе по сравнению с начальным измерением.

Индикаторы функционального состояния ССС

На рисунке 6 показана динамика изменений показателей сердечно-сосудистой системы юных тхэквондистов по результатам измерения variability сердечного ритма в начале и в конце восстановительного периода тренировочного процесса.

Частота сердечных сокращений в начале и в конце восстановительного периода тренировочного процесса у юных тхэквондистов достоверно

($p \leq 0,05$) снизилась с $64,51 \pm 1,33$ до $60,32 \pm 2,78$ уд/мин, т.е. на 6,5%, что свидетельствует о снижении симпатического напряжения и перестройках экономизирующего парасимпатического характера в функциях сердечно-сосудистой системы.

Индикаторы функционального состояния ССС по показателям variability сердечного ритма стали изменяться в конце восстановительного периода тренировочного процесса в сторону усиления активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, что свидетельствует о сдвиге регуляции миокарда вектора к периферии и о позитивных экономизирующих перестройках ССС юных тхэквондистов.

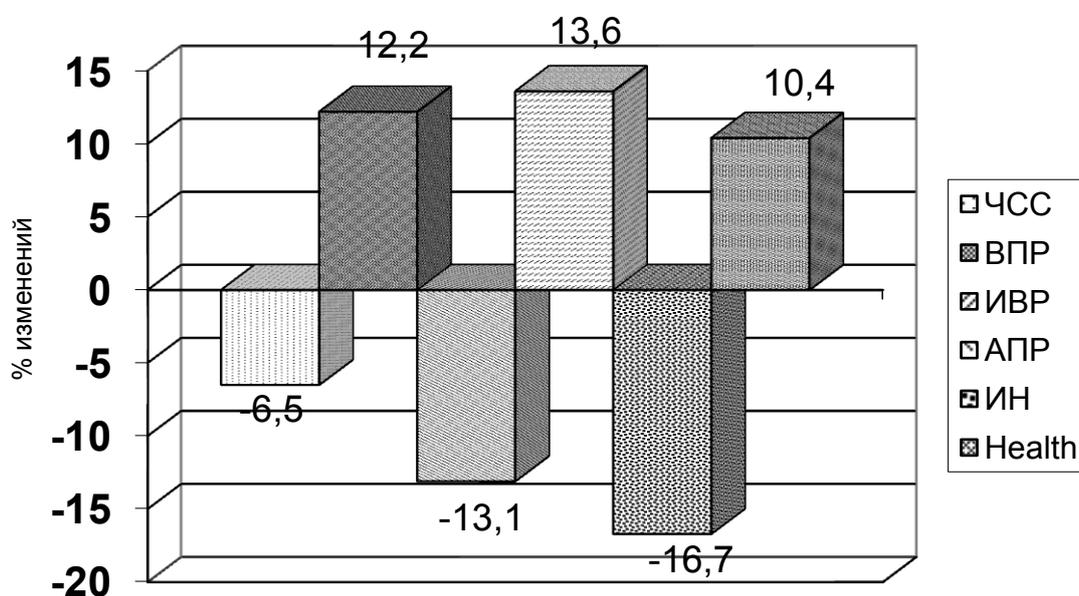


Рис.6. Изменение показателей сердечной деятельности тхэквондистов в восстановительном периоде тренировочного процесса

Вегетативный показатель ритма снизился на 13,1% ($p < 0,01$) с $0,46 \pm 0,05$ до $0,40 \pm 0,04$ ед. (рис. 6). Это свидетельствует, что вегетативный баланс начал смещаться в сторону преобладания парасимпатического отдела вегетативной нервной системы в восстановительном периоде тренировочного процесса.

Индекс вегетативного равновесия повысился в конце восстановительного периода тренировочного процесса на 12,2% ($p < 0,01$), с

70,19±4,12 усл. ед. до 78,75±5,18 усл. ед., в сторону усиления активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Это подтверждает эффективность процесса подготовки юных тхэквондистов и физиологического адаптивного влияния на миокард.

Показатель адекватности процессов регуляции увеличился в процессе исследования на 13,6% ($p<0,01$), с 19,72±1,37 усл. ед. до 22,41±2,16 усл. ед. (оставшись в пределах нормы), в сторону усиления активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Вышепредставленные данные свидетельствуют об экономизирующих адаптивных сдвигах в сердце.

Величина индекса напряжения регуляторных систем ССС у тхэквондистов по окончании тренировочного периода понизилась с 39,48±3,19 усл. ед. до 32,87±5,98 усл. ед. (рис. 6), на 16,7% ($p<0,01$), что свидетельствует об устойчивой фазе адаптации ССС к физическим нагрузкам. Таким образом, интегративная деятельность миокарда по данным variability сердечного ритма имела тенденцию к повышению адаптивных реакций в регуляторных системах ССС, что отразилось на показателе уровня здоровья (**Health**) – интегрального показателя здоровья ССС. Данный показатель увеличился по окончании восстановительного периода тренировочного процесса у юных тхэквондистов на 10,4% ($p<0,05$), с 86,45±4,54 усл. ед. до 95,42±7,92 усл. ед., что свидетельствует о рациональном процессе восстановления после интенсивных нагрузок соревновательного периода тренировочного процесса.

Статистический анализ variability сердечного ритма

На рисунке 7 показана динамика изменений показателей статистического анализа variability сердечного ритма. **RRNN** – средняя длительность интервалов R-R и обратная величина этого показателя – средняя ЧСС. Показатель RRNN, отражающий конечный результат многочисленных регуляторных влияний на синусовый ритм сложившегося

баланса между парасимпатическим и симпатическим отделами вегетативной нервной системы, достоверно ($p \leq 0,05$) увеличился с $1027,64 \pm 36,5$ мс до $1095,46 \pm 25,7$ мс., т.е. на 6,6% (рис.7), что свидетельствует о реактивности ССС в сторону активизации парасимпатического контура регуляции. Следовательно, тренировочный процесс в восстановительном периоде у юных тхэквондистов положительно воздействовал на состояние их сердечно-сосудистой системы.

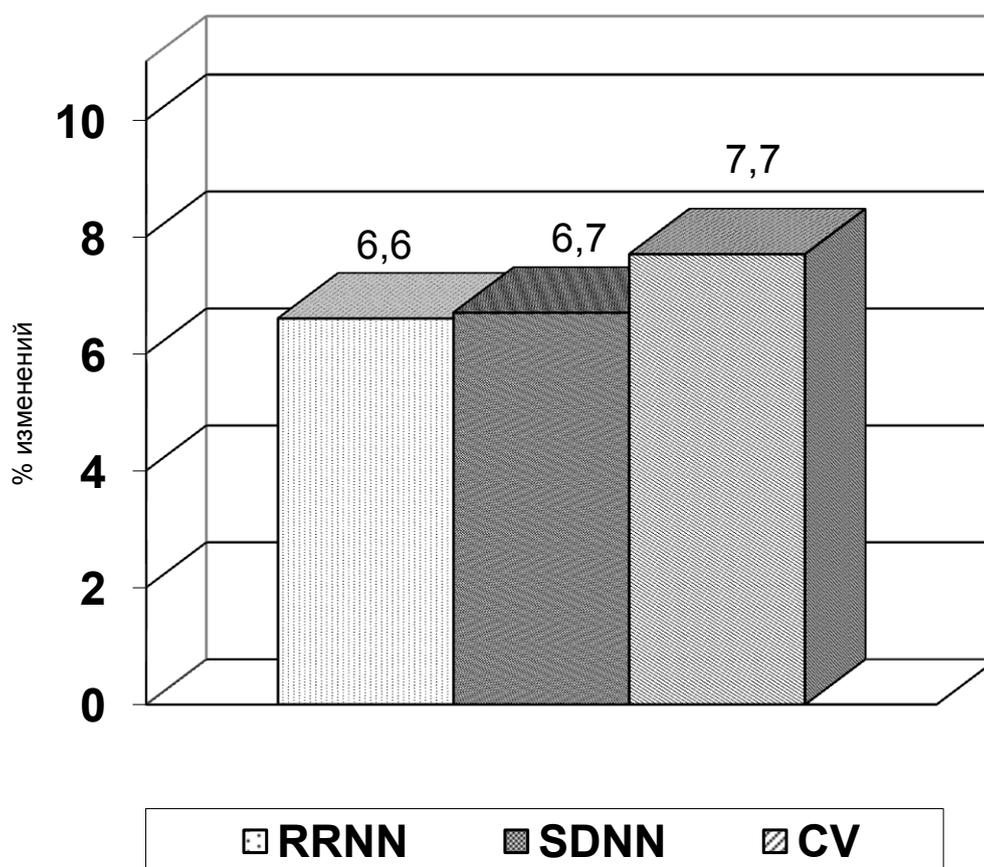


Рис.7. Изменение показателей статистического анализа вариабельности сердечного ритма тхэквондистов в восстановительном периоде тренировочного процесса

SDNN – стандартное отклонение величин нормальных RR-интервалов у юных тхэквондистов по окончании восстановительного тренировочного этапа значения SDNN достоверно увеличились на 6,7% с $85,32 \pm 3,87$ мс до $91,18 \pm 4,81$ мс (рис.7). Это указывает на высокую степень участия парасимпатического звена регуляции в адаптационных реакциях организма спортсменов.

CV – нормированный показатель суммарного эффекта регуляции, в восстановительном периоде увеличился на 7,7% ($p < 0,05$), с $7,41 \pm 0,33$ усл. ед. до $7,98 \pm 0,27$ усл. ед.

Таким образом, все статистические показатели анализа ВСР у юных тхэквондистов в процессе восстановительного периода тренировочного процесса свидетельствуют об избирательной реактивности и чувствительности динамики индикаторов функционального состояния, а также поддержании сердечно-сосудистого гомеостаза в сторону усиления активности парасимпатического контура регуляции в адаптационных реакциях организма у данных спортсменов.

Анализ гистограммы кардиоинтервалов

На рисунке 8 показана динамика изменений показателей анализа гистограммы кардиоинтервалов у юных тхэквондистов во время восстановительного периода тренировочного процесса. В нашем исследовании значения M_0 у юных тхэквондистов достоверно увеличились под конец восстановительного периода тренировочного процесса с $0,81 \pm 0,08$ усл. ед. до $0,91 \pm 0,09$ усл. ед. (табл. 3), т.е. на 12,3% ($p < 0,05$) в сторону усиления ваготонии (рис. 8).

В нашем исследовании показатели ВР по окончании восстановительного периода тренировочного процесса у юных тхэквондистов достоверно повысились с $0,294 \pm 0,05$ усл. ед. до $0,318 \pm 0,07$ усл. ед. (табл. 3), т.е. на 8,2% ($p < 0,05$) (рис. 8), оставшись при этом в пределах нормы парасимпатической регуляции ССС у юных спортсменов.

Амплитуда моды (АМо) показатель, который отражает степень ригидности ритма (нормальные значения равны 30-50%). Уменьшение АМо в нашем исследовании на 9,2% ($p < 0,05$), с $31,76 \pm 1,31$ усл. ед. до $28,86 \pm 1,26$ усл. ед., свидетельствует о преобладании парасимпатических влияний на синусный узел регуляции ССС в восстановительном периоде тренировочного процесса у юных тхэквондистов (рис. 8).

Таким образом, анализ гистограммы кардиоинтервалов вариационной пульсометрии, полученных до и после восстановительного периода тренировочного процесса, выявил реактивность сердечно-сосудистой системы у всех испытуемых тхэквондистов в сторону усиления активности автономного парасимпатического контура регуляции ССС.

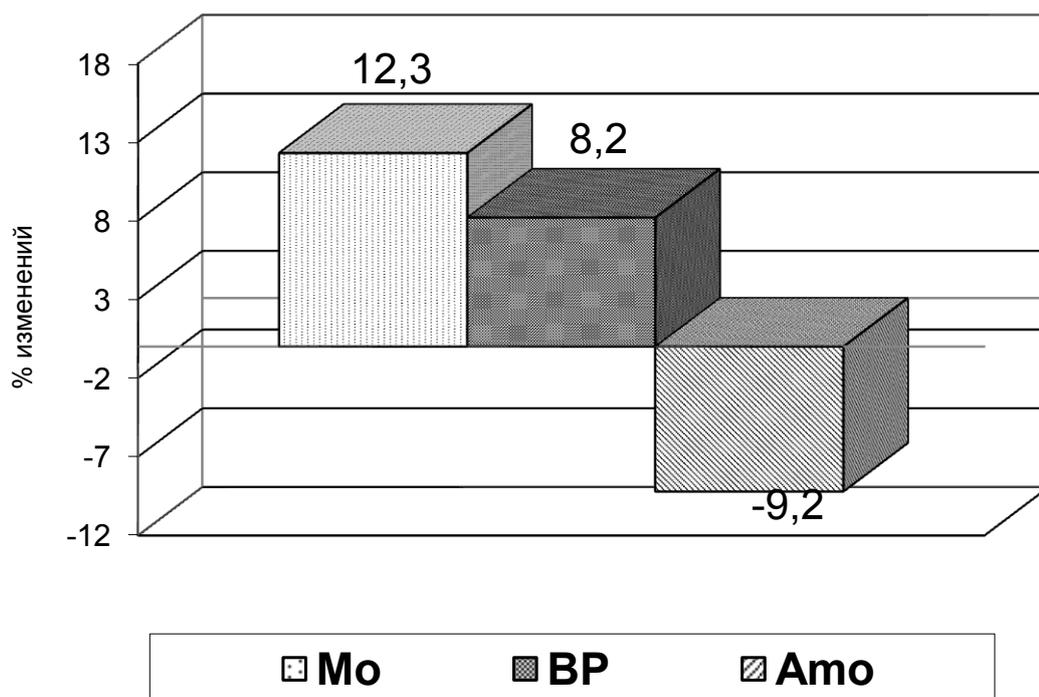


Рис.8. Изменение показателей анализа гистограммы кардиоинтервалов у тхэквондистов в восстановительном периоде тренировочного процесса

Спектральный анализ variability сердечного ритма

Количественная оценка периодических процессов сердечного ритма представлена на рисунке 9, где показана динамика изменений показателей спектрального анализа variability сердечного ритма у юных тхэквондистов в восстановительном периоде тренировочного процесса. Это позволило оценить активность отдельных уровней управления ритмом сердца у спортсменов.

Высокие частоты (HF – High Frequency) – 0.15 - 0.40 Гц. В этом диапазоне частот отводится преимущественная роль парасимпатическому отделу вегетативной нервной системы в формировании колебаний. В нашем

исследовании показатели высоких частот в общей мощности спектра достоверно увеличились на 13,9% ($p < 0,01$) с $0,36 \pm 0,03$ до $0,41 \pm 0,04$ Гц (табл.3), что свидетельствует о хорошем разворачивании адапционных процессов ССС юных тхэквондистов в восстановительном периоде тренировочного процесса (рис. 9).

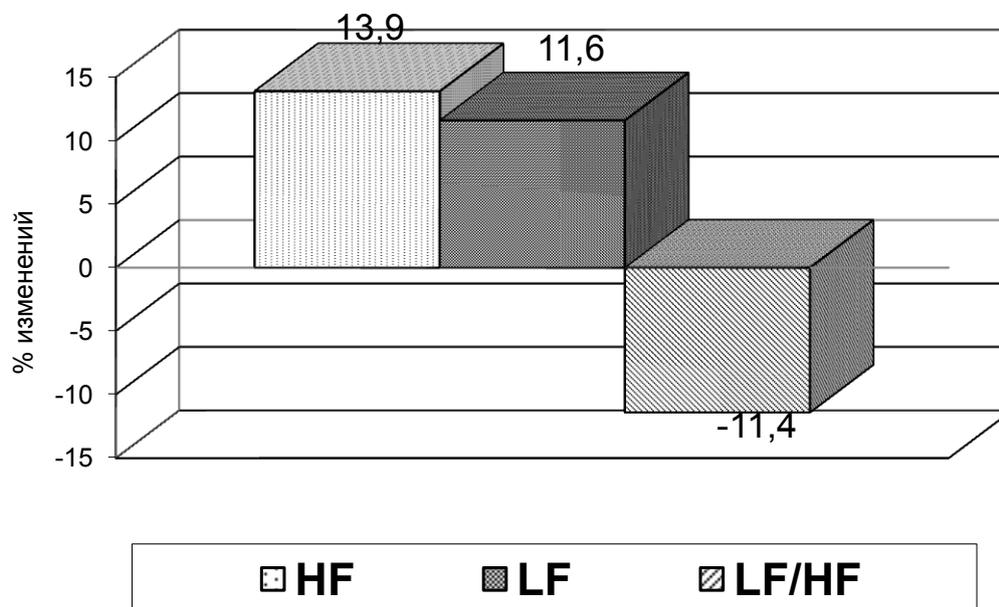


Рис.9. Изменение показателей спектрального анализа вариабельности сердечного ритма у тхэквондистов в восстановительном периоде тренировочного процесса

Низкие частоты (Low Frequency – LF) – 0.04 - 0.15 Гц. В нашем исследовании показатели низкочастотных составляющих спектра повысились по окончании восстановительного тренировочного периода с $0,121 \pm 0,01$ до $0,135 \pm 0,01$ Гц, т.е. на 11,6% ($p < 0,01$) (рис. 9), оставшись при этом в верхней границе нормы, что свидетельствует о преобладании в модуляции сердечного ритма парасимпатического отдела регуляции, который является наиболее совершенным уровнем управления физиологическими функциями при долговременной адаптации к физическим нагрузкам.

LF/HF – соотношение симпатических и парасимпатических влияний характеризуется с помощью отношения мощностей спектра. При повышении тонуса симпатического отдела в общей мощности спектра данный показатель значительно возрастает, при ваготонии – наоборот. В нашем исследовании

показатели соотношения симпатических и парасимпатических влияний уменьшились на 11,4% ($p < 0,01$), с $0,35 \pm 0,04$ до $0,31 \pm 0,03$, что является свидетельством увеличения ваготонии и, следовательно, показывает более высокий и быстрый уровень управления функциональным состоянием ССС юных тхэквондистов в восстановительном периоде тренировочного процесса (рис. 9).

По результатам анализа реактивности динамики индикаторов функционального состояния сердечно-сосудистой системы юных тхэквондистов в восстановительном периоде тренировочного процесса можно сделать следующие выводы:

1. Реактивность динамики индикаторов функционального состояния ССС юных тхэквондистов в восстановительном периоде тренировочного процесса имеет тенденцию к активизации парасимпатического контура регуляции.

2. Регуляция функционального состояния ССС у юных тхэквондистов в восстановительном периоде тренировочного процесса происходит с преобладанием ваготонии на уровне вегетативной нервной системы.

3. В спектральном анализе variability сердечного ритма юных тхэквондистов, адаптированных к применяемым физическим нагрузкам, преобладают волны высокочастотного (парасимпатического) диапазона, что является наиболее совершенным уровнем управления физиологическими функциями при долговременной адаптации к физическим нагрузкам.

3.3. Анализ показателей функциональных проб юных тхэквондистов в динамике тренировочного процесса

Совершенствование адаптации к физическим нагрузкам характеризуется, в первую очередь, формированием системного структурного следа. Межсистемные функциональные взаимодействия

становятся более координированными и за счет этого коэффициент полезного действия организма в целом повышается, следовательно организм может с меньшими затратами энергии выполнять те требования спортивной тренировки, которые к нему предъявляются. Особенно данное требование актуально отследить в динамике тренировочного процесса, когда объем и интенсивность тренировочной и соревновательной нагрузки, предъявляемой к организму юных тхэквондистов, многократно возрастают в связи с экстремальной спецификой соревновательных поединков в тхэквондо.

1. Коэффициент выносливости (КВ)

$$KB = \frac{ЧСС \text{ (покой)} \times 10}{ПД},$$

где ПД – пульсовое давление, которое равно разности между систолическим и диастолическим давлением; ЧСС – частота сердечных сокращений.

В норме коэффициент выносливости должен равняться 16, при улучшении выносливости этот показатель уменьшается.

2. Коэффициент экономичности кровообращения (КЭК)

$КЭК = ПД \times ЧСС$, в норме равен 2600, при утомлении увеличивается, а с ростом тренированности ССС уменьшается.

3. Индекс Кердо (ИК)

$$ИК = 1 - \frac{ДД}{ЧСС \text{ (покой)}} \times 100,$$

где ДД – диастолическое давление, ЧСС – частота сердечных сокращений.

Для оценки исходного вегетативного тонуса нами использованы расчеты вегетативного индекса Кердо, индекса напряжения по Баевскому и уровня вегетативной регуляции. При полном вегетативном равновесии (эйтония) в сердечно-сосудистой системе ИК=0. Если коэффициент положительный, то преобладают симпатические влияния (от 0 до 15 ед. – умеренная

симпатикотония, выше 15 ед. – выраженная симпатикотония), если значение ИК со знаком минус, то повышен парасимпатический тонус.

4. **Проба Штанге и Генчи** – длительность задержки дыхания на вдохе и на выдохе, позволяет определить состояние дыхательной системы и устойчивость к гипоксии клеток мозга.

5. **Индекс Скибински (ИС)**

$$ИС = \frac{ЖЕЛ}{100} \times \frac{ЗД \text{ (сек)}}{ЧСС \text{ (после ЗД)'}}$$

где ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ЗД – задержка дыхания (проба Штанге); ЧСС – частота сердечных сокращений сразу же после задержки дыхания.

Индекс Скибински характеризует комплексное состояние функционирования сердечно-сосудистой и дыхательной систем, уровень выносливости организма. Показатель ИС меньше 5 говорит об очень плохом функционировании кардиореспираторной системы и низком уровне выносливости, от 5 до 10 – неудовлетворительном, 10-30 – удовлетворительном, 30-60 – хорошем; показатель Индекс Скибински больше 60 говорит об отличном функционировании кардиореспираторной системы и высоком уровне выносливости организма (Дубровский, В. И., 1998).

6. **Индекс Руффье (ИР)**

$$ИР = \frac{(P1+P2+P3) - 200}{10},$$

где P1 – пульс в положении сидя (1 минута); P2 – пульс стоя после 30 быстрых приседаний; P3 – пульс через минуту отдыха.

Индекс Руффье по скорости восстановления ЧСС после нагрузки позволяет оценить общий уровень тренированности, а также функционирование и регуляцию сердечно-сосудистой системы. ИР меньше 0 свидетельствует об отличном восстановлении после нагрузки, от 1 до 5 – хороший показатель, 6-10 – удовлетворительный, 11-15 – слабый, показатель

ИР больше 15 говорит о нарушениях регуляции сердечно-сосудистой системы, о переутомлении (Дубровский, В. И., 1998).

7. **Адаптационный потенциал (АП)** – характеризует адаптационные компенсаторно-приспособительные механизмы, лежащие в основе поддержания нормального функционального состояния системы кровообращения (Баевский, Р. М., Берсенева, А. П., 1987).

$АП = 0,011(ЧСС) + 0,014(СД + В) + 0,008(ДД) - 0,009(P - M) - 0,27$,
где ЧСС – частота сердечных сокращений; СД и ДД – систолическое и диастолическое давление; В – возраст спортсменов; Р – рост обследуемых; М – масса тела обследуемых спортсменов.

Показатель АП меньше 2,1 свидетельствует о нормальном протекании адаптационных процессов, при 2,11-3,20 происходит напряжение адаптации, 3,21-4,30 – указывает на неудовлетворительную адаптацию из-за неадекватных нагрузок, предъявляемых организму, при АП выше 4,31 происходит срыв адаптации, нарушение состояния здоровья [10, 15].

Индекс Гарвардского степ-теста (ИГСТ) – характеризует общую физическую работоспособность и уровень функционирования сердечно-сосудистой системы. Гарвардский степ-тест заключается в подъемах на ступеньку высотой 40 см для подростков в течение 3,5-5 минут в заданном темпе (Дубровский, В. И., 1998). Темп восхождения постоянный и равняется 30 циклам в минуту. Сразу после восхождения спортсмен садится на скамейку, а пульс подсчитывается за первые 30 секунд со 2-й минуты восстановления (сокращенный вариант).

В таблице 4 представлены данные функциональных проб у юных тхэквондистов в начале и в конце подготовительного периода тренировочного процесса. Результаты расчета всех индексов и показателей говорят о положительных экономизирующих перестройках и повышении работоспособности кардиореспираторной системы организма юных тхэквондистов.

Коэффициент выносливости (КВ) (в норме равен 16 у.е., с ростом тренированности уменьшается) у юных тхэквондистов в подготовительном периоде тренировочного процесса последовательно и достоверно уменьшается на 5,5% ($p < 0,05$), с $18,2 \pm 0,045$ до $17,2 \pm 0,17$ баллов. Это говорит о росте общей выносливости организма, а значит, и о совершенствовании кардиореспираторной и аэробной (кислородной) энергетической системы юных тхэквондистов в подготовительном периоде тренировочного процесса.

Индекс Руффье под влиянием физической нагрузки подготовительного периода тренировочного процесса также достоверно уменьшился на 8,62% ($p < 0,05$), что позволяет судить о высоком уровне работоспособности ССС. Симватно индексу изменялись значения гарвардского степ-теста, его показатели улучшились на 7,20% ($p < 0,05$). Повысилась и устойчивость к гипоксии в среднем на 7,6%.

Таблица 4

Динамика изменения показателей функциональных проб юных тхэквондистов в подготовительном периоде тренировочного процесса ($M \pm m$)

Показатель функционального состояния	Начало подготовительного периода (n=20)	Окончание подготовительного периода (n=20)	Процент изменений
Коэффициент выносливости	$18,2 \pm 0,15$ 100%	$17,20 \pm 0,17$	-5,5 % *
Коэффициент экономичности кровообращ.	$2570 \pm 28,7$ 100%	$2413 \pm 24,3$	-6,11% *
Индекс Кердо	$4,4 \pm 0,16$ 100%	$4,07 \pm 0,14$	-7,5% *
Проба Штанге	$40,3 \pm 0,53$ 100%	$43,4 \pm 0,47$	+7,8% *
Проба Генча	$17,5 \pm 0,12$ 100%	$19,02 \pm 0,27$	+8,7% *
Индекс Скибински	$28,3 \pm 0,31$ 100%	$26,8 \pm 0,38$	+5,3% *
Индекс Руффье	$5,8 \pm 0,17$ 100%	$5,3 \pm 0,23$	- 8,62% *
Адаптационный потенциал	$1,89 \pm 0,014$ 100%	$1,95 \pm 0,011$	+3,2
Гарвардский степ-тест	$86,20 \pm 0,68$ 100%	$92,40 \pm 0,93$	+7,2% *

Примечание: за 100% взят уровень функциональных проб у тхэквондистов на начало подготовительного периода; * - $p \leq 0,05$ – достоверность различий в группе по сравнению с начальным измерением.

Следующий показатель, который свидетельствует о совершенствовании механизмов адаптации системы кровообращения к физическим нагрузкам в тхэквондо – это **коэффициент экономичности кровообращения (КЭК)**. В норме КЭК равен 2600 единицам, при утомлении увеличивается, а с ростом тренированности сердечно-сосудистой системы уменьшается. У юных тхэквондистов на начало подготовительного периода КЭК равен $2570 \pm 28,32$ единицам (при норме в 2600), а к концу подготовительного периода КЭК составил $2413 \pm 24,3$ единицы, т.е. достоверно уменьшился на 6,14% ($p < 0,05$), что характеризует оптимальное развитие функций системы кровообращения.

Индекс Кердо (ИК) в норме равен 0, он свидетельствует о совершенстве вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы, при преобладании симпатического тонуса отмечается увеличение, при преобладании парасимпатического тонуса отмечается снижение индекса Кердо. При равновесии состояния вегетативной нервной системы ИК стремится к нулю.

У юных тхэквондистов на начало подготовительного периода тренировочного процесса периода ИК равен 4,4 ус. ед., а к концу соревновательного периода ИК составил 4,07 ус. ед., т.е. достоверно уменьшился на 7,5% ($p < 0,05$), что свидетельствует о снижении доли симпатического влияния на сердце, т.е. совершенствуется вегетативная регуляция ССС (табл. 4).

Показатели пробы Штанге и Генча позволяют оценить функциональное состояние дыхательной системы и устойчивость клеток мозга к гипоксии. Из таблицы 4 видно, что пробы Штанге и Генча достоверно увеличились на конец подготовительного периода тренировочного процесса. Проба Генча – длительность задержки дыхания на выдохе (показатели увеличились на 8,7% ($p < 0,05$)), а проба Штанге – длительность задержки дыхания на вдохе (показатели увеличились на 7,8% ($p < 0,05$)).

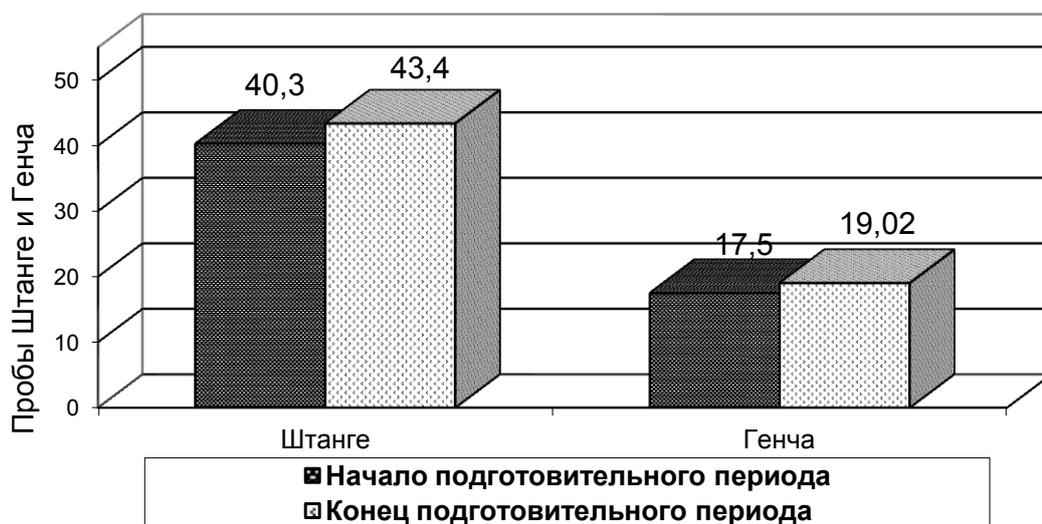


Рис.10. Изменение показателей пробы Штанге и Генча в начале и в конце подготовительного периода

Вместе эти пробы позволяют оценить функциональное состояние дыхательной системы и устойчивость клеток мозга к гипоксии, что является одной из важнейших способностей организма при адаптации к физическим нагрузкам. Большая динамика этих изменений позволяет свидетельствовать положительные функциональные перестройки и структурные взаимосвязи в нервной и дыхательной системах юных спортсменов под воздействием спортивной тренировки подготовительного периода в тхэквондо (рис. 10).

Индекс Скибински (ИС) характеризует комплексное состояние функционирования сердечно-сосудистой и дыхательной систем, уровень выносливости организма. Показатель ИС меньше 5 баллов говорит об очень плохом функционировании кардиореспираторной системы и низком уровне выносливости, от 5 до 10 баллов – неудовлетворительном, 10-30 – удовлетворительном, 30-60 – хорошем, показатель индекса Скибински больше 60 баллов говорит об отличном функционировании кардиореспираторной системы и высоком уровне выносливости организма.

У юных тхэквондистов на начало подготовительного периода тренировочного процесса ИС равен $28,3 \pm 0,31$ ус. ед., а к концу подготовительного периода ИС составил $26,8 \pm 0,38$ ус. ед., т.е. достоверно

увеличился на 5,30% ($p < 0,05$), что свидетельствует о хорошем состоянии функционирования кардиореспираторной системы юных тхэквондистов.

Индекс Руффье (ИР) позволяет по скорости восстановления ЧСС после нагрузки оценить общий уровень тренированности, а также функционирование и регуляцию сердечно-сосудистой системы. ИР меньше 0 говорит об отличном восстановлении после нагрузки, от 1 до 5 – хороший показатель, 6-10 – удовлетворительный, 11-15 – слабый, показатель ИР больше 15 говорит о нарушениях регуляции сердечно-сосудистой системы, о переутомлении.

У юных тхэквондистов на начало подготовительного периода тренировочного процесса ИР был равен $5,8 \pm 0,17$ ус. ед., а к концу подготовительного периода ИР составил 5,3 ус. ед., т.е. достоверно уменьшился на 8,62% ($p < 0,05$), что свидетельствует о хорошей тренированности и регуляции сердечно-сосудистой системы (табл. 4).

Показатели адаптационного потенциала (АП) характеризуют адаптационные компенсаторно-приспособительные механизмы системного структурного следа, лежащие в основе поддержания нормального функционального состояния системы кровообращения (Баевский Р.М., Берсенева А.П., Бакунин В.К., 1987). Показатель АП меньше 2,1 свидетельствует о нормальном протекании адаптационных процессов, при 2,11-3,20 происходит напряжение адаптации, 3,21-4,30 – говорит о неудовлетворительной адаптации из-за неадекватных нагрузок, предъявляемых организму, при показателях АП выше 4,31 происходит срыв адаптации, нарушение состояния здоровья [112].

В нашем исследовании тренировочный процесс строился в подготовительном периоде таким образом, чтобы не нарушать адаптационный потенциал юных спортсменов. При первых признаках напряжения или неудовлетворительной адаптации нагрузка индивидуально корректировалась с учетом уровня спортивной квалификации и стажа

тренировочных занятий. Интегративная оценка деятельности организма юных тхэквондистов выявила физические изменения.

У юных тхэквондистов на начало подготовительного периода тренировочного процесса АП был равен 1,89 ус. ед., – это соответствует нормальному протеканию адаптационных процессов, что является хорошим показателем, т.к. только без перегрузки адаптационного потенциала организма возможны как высокие спортивные результаты, так и высокие показатели здоровья сердечно-сосудистой системы юных спортсменов, на конец подготовительного периода АП незначительно повысился на 3,1%.

Таким образом, анализ показателей функционального состояния юных спортсменов, занимающихся тхэквондо, свидетельствует об адаптации к физическим нагрузкам в тхэквондо, т.е. о формировании системного структурного следа, и в частности, о более координированном характере морфофункциональных перестроек и межсистемных взаимодействий в работе сердечно-сосудистой системы, происходящих в подготовительном периоде тренировочного процесса в тхэквондо.

В таблице 5 представлены данные функциональных проб у юных тхэквондистов в начале и в конце соревновательного периода тренировочного процесса. Результаты расчета всех индексов и показателей указывают на появление напряжения в функциональных системах, обеспечивающих высокий уровень работоспособности юных тхэквондистов, что, видимо, связано с высоким уровнем соревновательных нагрузок и психоэмоциональным напряжением ответственных соревнований.

Рассмотрим результаты функциональных проб, в которых произошли достоверно значимые изменения в динамике соревновательного периода тренировочного процесса.

Показатель, который свидетельствует о совершенствовании механизмов адаптации системы кровообращения к физическим нагрузкам в тхэквондо – это **коэффициент экономичности кровообращения (КЭК).**

Динамика изменения показателей функциональных проб юных тхэквондистов в соревновательном периоде тренировочного процесса (M±m)

Показатель функционального состояния	Начало соревновательного периода (n=20)	Окончание соревновательного периода (n=20)	Процент изменений
Коэффициент выносливости	17,20±0,17 100%	17,85±0,13	+3,80%
Коэффициент экономичности кровообращ.	2413±24,3 100%	2543±48,1	+5,40% *
Индекс Кердо	4,07±0,14 100%	4,31±0,19	+6,10% *
Проба Штанге	43,40±0,47 100%	42,5±1,32	-2,10%
Проба Генча	19,02±0,27 100%	18,41±1,19	-3,20%
Индекс Скибински	26,80±0,38 100%	25,10±0,24	-6,34% *
Индекс Руффье	5,60±0,23 100%	5,90±0,22	+5,35% *
Адаптационный потенциал	1,95±0,013 100%	2,12±0,018	+8,7% *
Гарвардский степ-тест	92,40±0,93 100%	88,4±1,64	- 4,33% *

Примечание: за 100% взят уровень функциональных проб у тхэквондистов на начало соревновательного периода; * - $p \leq 0,05$ – достоверность различий в группе по сравнению с начальным измерением.

В соревновательном периоде тренировочного процесса КЭЖ у юных тхэквондистов достоверно изменился в сторону роста утомления ССС. У юных тхэквондистов на начало соревновательного периода КЭЖ был равен 2413±24,3 ус. ед. (при норме в 2600), а к концу соревновательного периода КЭЖ составил 2543±48,10 ус. ед., т.е. достоверно увеличился на 5,40%, что свидетельствует о напряжении физиологических механизмов в функционировании системы кровообращения юных тхэквондистов на соревновательном периоде тренировочного процесса (табл. 5).

В **соревновательном** периоде тренировочного процесса **Индекс Кердо** (ИК) у юных тхэквондистов достоверно изменился в сторону преобладания симпатического тонуса ССС. У юных тхэквондистов на начало соревновательного периода ИК был равен $4,07 \pm 0,14$ ус. ед., а к концу соревновательного периода ИК составил $4,31 \pm 0,19$ ус. ед., т.е. достоверно увеличился на 6,10%, что свидетельствует о снижении доли парасимпатического влияния на сердце, т.е. в вегетативной регуляции ССС в динамике соревновательного периода тренировочного процесса проявилось симпатическое напряжение физиологического функционирования (табл. 5).

Индекс Скибински (ИС) характеризует комплексное состояние функционирования сердечно-сосудистой и дыхательной систем, уровень выносливости организма. В **соревновательном** периоде тренировочного процесса ИС у юных тхэквондистов достоверно изменился в сторону комплексного утомления сердечно-сосудистой и дыхательной систем. У юных тхэквондистов на начало соревновательного периода ИС был равен $26,8 \pm 0,38$ ус. ед., а к концу соревновательного периода ИС составил $25,1 \pm 0,24$ ус. ед., т.е. достоверно уменьшился на 6,34% ($p < 0,05$), что является свидетельством удовлетворительного состояния функционирования кардиореспираторной системы юных тхэквондистов по окончании соревновательного периода тренировочного процесса (табл. 5).

Индекс Руффье (ИР) позволяет по скорости восстановления ЧСС после нагрузки оценить общий уровень тренированности, а также функционирование и регуляцию сердечно-сосудистой системы. У юных тхэквондистов на начало соревновательного периода ИР равен $5,6 \pm 0,23$ ус. ед., а к концу соревновательного периода ИР составил $5,9 \pm 0,22$ ус. ед., т.е. достоверно увеличился на 5,35% ($p < 0,05$) в сторону ухудшения восстановительных процессов ССС (табл. 5).

Показатели АП у юных тхэквондистов на начало соревновательного периода, который характеризует адаптационные компенсаторно-приспособительные механизмы организма, был равен 1,95 ус. ед. – это

соответствует нормальному протеканию адаптационных процессов и является хорошим показателем, т.к. только без перегрузки адаптационного потенциала организма возможны как высокие спортивные результаты, так и высокие показатели здоровья сердечно-сосудистой системы юных спортсменов, занимающихся тхэквондо. По окончании соревновательного периода тренировочного процесса АП равен 2,12 ус. ед., что соответствует напряжению в адаптационных компенсаторно-приспособительных механизмах ССС.

Таким образом, анализ показателей функционального состояния кардиореспираторной системы юных тхэквондистов в соревновательном периоде тренировочного процесса свидетельствует о напряжении в физиологических структурах, обеспечивающих адаптацию к физическим нагрузкам соревновательного периода в тхэквондо. Характер морфофункциональных перестроек и межсистемных взаимодействий в работе сердечно-сосудистой и дыхательной систем, происходящих под воздействием экстремальных нагрузок соревновательного характера в турнирах по тхэквондо, показывает ухудшение восстановительных процессов и напряжение в адаптационных компенсаторно-приспособительных механизмах функционирования кардиореспираторной системы.

В таблице 6 представлены данные функциональных проб у юных тхэквондистов в начале и в конце восстановительного периода тренировочного процесса. Результаты расчета всех индексов и показателей говорят о положительных экономизирующих перестройках и повышении работоспособности кардиореспираторной системы организма юных тхэквондистов.

Коэффициент выносливости (в норме равен 16 ус. ед., с ростом тренированности уменьшается) у юных тхэквондистов в восстановительном периоде тренировочного процесса последовательно и достоверно уменьшается на 8,13%, с $17,85 \pm 0,13$ до $16,40 \pm 0,19$ ус. ед.. Это говорит о росте

общей выносливости организма, а значит, и о совершенствовании кардиореспираторной и аэробной (кислородной) энергетической системы юных тхэквондистов в восстановительном периоде тренировочного процесса (табл. 6).

Таблица 6

Динамика изменения показателей функциональных проб юных тхэквондистов в восстановительном периоде тренировочного процесса (M±m)

Показатель функционального состояния	Начало восстановительного периода (n=20)	Окончание восстановительного периода (n=20)	Процент изменений
Коэффициент выносливости	17,85±0,13 100%	16,40±0,19	-8,13 % *
Коэффициент экономичности кровообращ.	2543±48,1	2329±24,7	-8,42% *
Индекс Кердо	4,31±0,19	3,90±0,18	-9,51% *
Проба Штанге	42,5±1,32	47,9±0,43	+12,70% *
Проба Генча	18,41±1,19	20,3±0,29	+10,30% *
Индекс Скибински	25,1±0,24	27,96±0,33	+11,4% *
Индекс Руффье	5,9±0,22	5,3±0,28	- 10,17% *
Адаптационный потенциал	2,12±0,018	1,88±0,016	- 11,32 *
Гарвардский степ-тест	88,4±1,64	96,8±0,98	+9,5% *

Примечание: за 100% взят уровень функциональных проб у тхэквондистов на начало восстановительного периода; * - $p \leq 0,05$ – достоверность различий в группе по сравнению с начальным измерением.

Индекс Руффье под влиянием физической нагрузки в восстановительном периоде тренировочного процесса также достоверно уменьшился на 10,17%, что позволяет судить о высоком уровне работоспособности ССС. Симватно индексу изменялись значения гарвардского степ-теста, его показатели улучшились на 9,5%. Повысилась и устойчивость к гипоксии в среднем на 11,5% (табл. 6).

Следующий показатель, который свидетельствует о совершенствовании механизмов адаптации системы кровообращения к физическим нагрузкам в тхэквондо – это **коэффициент экономичности кровообращения (КЭК)**. В норме КЭК равен 2600 единицам, при утомлении

увеличивается, а с ростом тренированности сердечно-сосудистой системы уменьшается. У юных тхэквондистов на начало восстановительного периода КЭК равен $2543 \pm 48,1$ ус. ед., а к концу восстановительного периода КЭК составил $2329 \pm 24,7$ ус. ед., т.е. достоверно улучшился на 8,4%, что характеризует оптимальное развитие функций системы кровообращения (табл. 6).

Из результатов таблицы 6 следует, что у юных тхэквондистов на начало восстановительного периода тренировочного процесса ИК равен $4,31 \pm 0,19$ ус. ед., а к концу соревновательного периода ИК составил $3,90 \pm 0,18$ ус. ед., т.е. достоверно улучшился на 9,51%, что свидетельствует о снижении доли симпатического влияния на сердце, т.е. совершенствуется парасимпатическая вегетативная регуляция ССС (табл. 6).

Показатели пробы Штанге и Генча позволяют оценить функциональное состояние дыхательной системы и устойчивость клеток мозга к гипоксии. Из таблицы 6 видно, что пробы Штанге и Генча достоверно увеличились на конец восстановительного периода тренировочного процесса. Проба Генча – длительность задержки дыхания на выдохе (показатели увеличились на 10,30%), а проба Штанге – длительность задержки дыхания на вдохе (показатели увеличились на 12,70%).



Рис.11. Изменение показателей проб Штанге и Генча в восстановительном периоде

Вместе эти пробы позволяют оценить функциональное состояние дыхательной системы и устойчивость клеток мозга к гипоксии, что является одной из важнейших способностей организма при адаптации к физическим нагрузкам. Динамика этих изменений свидетельствует о положительной функциональной перестройки и структурных взаимосвязей в нервной и дыхательной системах юных спортсменов под воздействием спортивной тренировки восстановительного периода в тхэквондо (рис. 11).

Как следует из результатов таблицы 6, у юных спортсменов на начало восстановительного периода тренировочного процесса **ИС** был равен $25,1 \pm 0,24$ ус. ед., а к концу восстановительного периода ИС составил $27,96 \pm 0,33$ ус. ед., т.е. достоверно увеличился на 11,4%, что свидетельствует о хорошем состоянии функционирования кардиореспираторной системы юных тхэквондистов.

У юных тхэквондистов на начало восстановительного периода тренировочного процесса **адаптационный потенциал (АП)** был равен $2,12 \pm 0,018$ ус. ед., а это свидетельствует о напряжении в адаптационных компенсаторно-приспособительных механизмах ССС, что, вероятно, связано с недавним окончанием соревновательного периода тренировочного процесса. В конце восстановительного периода показатели **АП** достоверно улучшились на 9,5% до $1,88 \pm 0,016$ ус. ед., что соответствует нормальному протеканию адаптационных компенсаторно-приспособительных процессов.

Таким образом, анализ показателей функционального состояния юных спортсменов в восстановительном периоде тренировочного процесса свидетельствует об эффективной адаптации к физическим нагрузкам в тхэквондо, т.е. о формировании системного структурного следа, и в частности, о более координированном характере морфофункциональных перестроек и межсистемных взаимодействий в работе сердечно-сосудистой системы, происходящих в восстановительном периоде тренировочного процесса в тхэквондо.

В таблице 7 представлены данные по динамике показателей давления у юных тхэквондистов в процессе тренировочного макроцикла.

В **подготовительном** периоде у юных тхэквондистов под действием физической нагрузки произошло достоверное снижение всех показателей давления: САД – на 3,28%, двойного произведения САД – на 7,44%, ДАД – на 4,25% и ПД – на 1,58%.

В **соревновательном** периоде при увеличенной физической нагрузке и эмоциональным фоном артериальное давление повысилось на 8% ($p < 0,05$) по сравнению с подготовительным периодом, двойное произведение увеличилось на 11,33% ($p < 0,01$), диастолическое давление повысилось на 16% ($p < 0,01$), а пульсовое давление достоверно на 6,55%. По сравнению с контрольными данными в соревновательном периоде достоверно увеличилось только диастолическое давление на 11% ($p < 0,05$).

Таблица 7

Динамика показателей давления у юных тхэквондистов в процессе тренировочного макроцикла

Показатели давления Периоды тренировки	САД	САДxЧСС/100	ДАД	ПД
I – контроль начало подготовительного периода, n=20	116,34±2,25 100%	76,25±2,73 100%	74,42±2,15 100%	41,92±2,11 100%
II - конец подготовительного периода, n=20 P _I -P _{II}	112,52±2,32 96,72%	70,58±2,36 92,56%	71,26±2,19 95,75%	41,26±1,89 98,42% >0,05
III - конец соревновательного периода, n=20 P _I -P _{III} P _{II} -P _{III}	121,17±2,20 104% >0,05 108% <0,05	78,17±2,84 102,25% >0,05 111,33% <0,01	82,61±2,97 111,00% <0,05 116% <0,01	38,56±1,93 92% >0,05 93,45% >0,05
IV - конец восстановительного периода, n=20 P _I -P _{IV} P _{II} -P _{IV} P _{III} -P _{IV}	110,27±2,07 95% >0,05 98% >0,05 91% >0,05	66,51±2,49 87,23% <0,05 94,23% >0,05 85,08% <0,01	72,33±2,03 97,19% >0,05 101,50% >0,05 87,55% <0,05	37,94±1,48 90,50% >0,05 92% >0,05 98,39% >0,05

В **восстановительном** периоде достоверно снизились показатели по сравнению с соревновательным периодом: САД – на 9% ($p < 0,01$); двойное произведение САД – на 14,92% ($p < 0,01$); ДАД – на 12,45% ($p < 0,05$) и показатели ПД – на 1,61% ($p > 0,05$). По сравнению с контрольными данными снижение всех показателей давления было недостоверным.

Таким образом, в годовом макроцикле тренировочного процесса показатели давления изменялись.

Г.Ф. Ланг отмечал отчетливое снижение артериального давления у спортсменов, которое, однако, не выходило за пределы нижних границ нормы. Позднее эти наблюдения были многократно подтверждены многими исследователями [6].

Влияние систематических тренировок на уровень артериального давления в покое было подробно изучено А. Г. Дембо и Э. В. Земцовский [36]. Они доказали, что снижение артериального давления у спортсменов встречается тем чаще, чем выше уровень спортивного мастерства, стаж спортивных тренировок, их объем и интенсивность. Последнее обстоятельство подтверждается ростом гипотензии от подготовительного к соревновательному периоду и в восстановительном периоде при тренировках аэробного характера [29].

Таким образом, можно утверждать, что регулярные тренировки динамического характера сопровождаются артериальной гипотензией, в основе развития которой лежат адаптивные изменения артериальной сосудистой системы.

Действительно, трудно себе представить увеличение производительности спортивного сердца без увеличения гидравлической проводимости сосудов большого круга кровообращения.

Другим проявлением экономизации функции аппарата кровообращения у спортсменов являются адаптивные изменения скорости кровотока, которая существенно снижается у спортсменов по мере роста тренированности. Это,

в свою очередь, создает благоприятные условия для максимального извлечения кислорода из крови в ткани [6, 8].

Кроме того, в процессе адаптации к физическим нагрузкам динамического характера увеличивается растяжимость артерий, снижается их упругое сопротивление и, в конечном счете, увеличивается емкость артериального русла. Таким образом, снижение констрикторного тонуса сосудов облегчает движение крови и способствует снижению энергетических затрат сердца [24].

Снижение тонуса стенок артерий, возникающее под воздействием регулярных тренировок, прежде всего на выносливость, проявляется уменьшением скорости распространения пульсовой волны. Интенсивность кровотока через конечности у этих спортсменов также снижена. Показано, что при стандартной физической нагрузке приток крови к работающим мышцам спортсменов меньше, чем у нетренированных лиц.

3.4. Программа оптимальной функциональной подготовки в тхэквондо

Необходимость исследования механизмов совершенствования адаптации подростков к тренировочной и соревновательной физической нагрузке в тхэквондо обусловлена становлением тхэквондо, как олимпийского вида спорта.

Во-первых, сегодня назрел социальный запрос в воспитании высококвалифицированных спортсменов для участия в международных соревнованиях по тхэквондо. При возросших, в соответствии с этим, современных объёмах и интенсивности тренировочной нагрузки, сохранение у спортсменов, а особенно у подростков, должного уровня здоровья - это на сегодняшний день наиболее значимая проблема, как для самих спортсменов, их родителей и тренеров, так и для всего общества в целом.

Во-вторых, актуальность исследования адаптации подростков к физической нагрузке в тхэквондо заключается в необходимости разрешения

острого **противоречия** между установившимися эмпирическими методами тренинга и научно обоснованным с физиологической и медицинской точки зрения подходом к построению грамотной тренировочной программы.

В-третьих, необходимо определить и научно обосновать факторы, лимитирующие физическую работоспособность спортсмена в таком новом виде спорта, как тхэквондо, то есть раскрыть физиологические особенности тренировочной и соревновательной деятельности тхэквондистов и в соответствии с этим обосновать пути и механизмы совершенствования адаптации спортсменов-единоборцев.

Программа оптимальной функциональной подготовки к нагрузкам в тхэквондо была разработана нами на основе анализа закономерностей индивидуальной адаптации к физическим нагрузкам и в соответствии со спецификой спортивной деятельности подростков в тхэквондо. Программа оптимальной функциональной подготовки к нагрузкам в тхэквондо включает в себя комплекс разнообразных методов контроля, восстановительных мероприятий, а также средств и методов, направленных на тренировку аэробно-анаэробных энергетических систем и нервно-мышечного аппарата с обязательной индивидуализацией учебно-тренировочного процесса.

1. Индивидуализация учебно-тренировочного процесса и дифференцировка занимающихся по группам для оптимального совершенствования адаптации к нагрузкам в тхэквондо осуществлялась на основе:

- функциональной диагностики состояния уровня здоровья и адаптационного потенциала, а также развития морфофункциональных систем и показателей физической подготовленности;
- педагогической диагностики уровня технико-тактического мастерства и спортивных достижений.

2. Средства и методы тренировки аэробной энергетической системы составляли для новичков 80% от общего времени тренировок и осуществлялись:

- методами слитного повторного упражнения умеренной мощности и переменной интенсивности (ходьба, бег, плавание в течение 5-60 минут при ЧСС от 120 до 160 уд/мин; отработка техники и учебные поединки средней интенсивности в течение 30-60 минут);
- методами повторного интервального упражнения субмаксимальной мощности (бег 400 м на скорости 75-85 % от максимальной 10-25 раз, отработка техники ударов по лапам-мишеням или учебные поединки по 1-2 минуты 10-30 раундов, интервалы отдыха 1-3 минуты);
- методами круговой тренировки (по принципу: руки-живот-ноги-спина).

3. Средством тренировки анаэробно-гликолитической энергетической системы является метод интервального упражнения в анаэробно-гликолитическом режиме, который составляет в нашей технологии для группы новичков 15% и характеризуется:

- интенсивностью работы 90-95 % для данного состояния организма;
- время работы от 30 сек. до 2 минут;
- интервалы отдыха сближаются, например между 1-м и 2-м повторениями - 5-8мин.; между 2-м и 3-м - 3-4 мин.; между 3-м и 4-м - 2-3 мин.;
- число повторений не более 4-х, число серий не более 5-ти., отдых между сериями 10-15 минут.

(Например, бег 200-600 метров, плавание 50-150 метров, отработка техники ударов без снарядов, с партнером, по боксерскому мешку или по лапам-мишеням 1-2 минуты, соревновательный поединок 1-3 минуты сменяющимися через 15-20 сек. спарринг-партнерами).

4. Тренировка анаэробно-креатинфосфатной энергетической системы осуществляется с помощью метода интервально-повторного упражнения максимальной мощности, который для новичков составляет в технологии САНТ 5% и характеризуется:

- интенсивностью работы 95-100 % от индивидуально максимальной;
- продолжительность нагрузки в пределах рабочей фазы 5-10 сек.;

- число повторений в одной серии нормируется с учетом возможности поддерживать заданную интенсивность (от 3-4 до 6-8 повторений в серии), число серий также составляет от 3-4 до 6-8 раз;
- интервалы отдыха между повторными нагрузками в серии относительно постоянны - приблизительно 2 минуты, отдых между сериями - 7-10 минут.

(Например, бег 30-100 метров, плавание 10-20 метров, отработка техники ударов без снарядов, с партнером, по мешку или лапам-мишеням 5-10 сек.).

По мере роста спортивного мастерства предполагается постепенное увеличение доли нагрузки анаэробно-креатинфосфатной (до 20%) и анаэробно- гликолитической энергетической систем (до 50%) с уменьшением объема нагрузки аэробной направленности (до 30%).

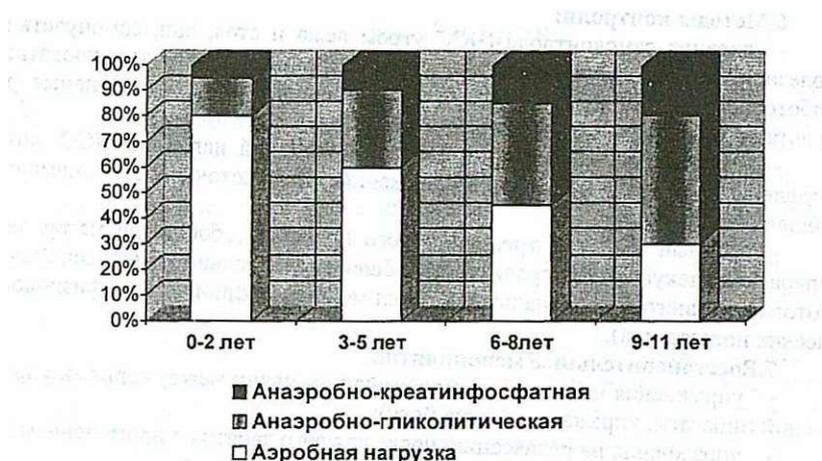


Рис. 12. Распределение нагрузок по зонам интенсивности в процессе функциональной подготовки в тхэквондо

5. Тренировка нервно-мышечного аппарата осуществлялась с помощью метода малых дозированных отягощений, который характеризуется:

- использованием в тренировке отягощений-манжетов на голени и предплечья весом 1-4 % от веса тела спортсмена (например, при массе тела 50 кг вес одной манжеты на начальном этапе будет составлять 0,5 кг, а с ростом мастерства спортсмена 1-2 кг);

- применением отягощений-манжетов дозировано и последовательно: в общеразвивающих упражнениях разминки, в основной части занятия, в течение всей тренировки.



Рис. 13. Вес отягощения-манжеты в % от веса в динамике тренировочного процесса в тхэквондо

6. Методы контроля:

- дневник самоконтроля (ЧСС утром лежа и стоя, сон, самочувствие, болезненные ощущения, масса тела, потоотделение, желание тренироваться, работоспособность, функция желудочно-кишечного тракта, спортивные результаты, нарушения спортивного режима);
- оперативно-текущий контроль тренировочной нагрузки (ЧСС, потоотделение, качество выполнения движений, сосредоточенность внимания, общее самочувствие);
- этапный контроль тренировочного процесса (обобщение материалов оперативно-текущего контроля, тесты общей и специальной физической подготовки, сравнительный анализ динамики морфофункциональных физиологических показателей).

7. Восстановительные мероприятия:

- упражнения на растяжение работающих мышц между сериями упражнений (шпагаты, упражнения хатха-йоги);
- упражнения на релаксацию после каждого занятия с применением дыхательных упражнений и психорегулирующей тренировки;

- локальный и региональный массаж и самомассаж проблемных зон после тренировки (мышцы спины, рук и ног);
 - тепловые и водные процедуры (баня, сауна, бассейн);
- применение витаминных комплексов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Физиологическое обоснование функциональной подготовки в тхэквондо подразумевает грамотное формирование сильного, красивого и выносливого человека, что всегда связывалась с адаптацией его к физическим нагрузкам. У спортсменов, занимающихся тхэквондо, под влиянием повторяющихся и увеличивающихся требований спортивной тренировки происходит повышение функциональных возможностей организма, развитие двигательных качеств, воспитание воли и характера, освоение спортивной техники и тактики. Все это есть результат оптимальной адаптации к тренировочным и соревновательным нагрузкам.

Значение проблемы адаптации в спорте определяется тем, что организм спортсмена должен приспособливаться к физическим и психологическим нагрузкам в относительно короткое время. Именно скорость наступления адаптации и её длительность во многом определяют состояние здоровья и тренированность спортсмена. Оптимальность адаптационных сдвигов определяется оптимальностью физической нагрузки. Чем больше интенсивность и объем, тем больше тренировочные сдвиги в физиологии спортсменов. Но безболезненно нагрузки высокой мощности можно перенести лишь при наличии предварительного постепенного повышения функционального потенциала организма спортсмена. Поэтому к предельным нагрузкам в тхэквондо (они есть в условиях соревнований) надо готовиться через фоновые работы умеренной мощности на пульсе до 170 ударов в минуту. Это будет способствовать созданию функциональных резервов и, следовательно, спортсмен сможет без патологических последствий переносить нагрузки в высоком темпе, даже к окончанию боя не теряя высокой интенсивности. Ведь именно умение сохранять высокий темп и интенсивность боя на всем его протяжении во многом определяют победителя среди равных по технико-тактической подготовленности спортсменов.

Современную систему спортивной подготовки в тхэквондо можно подразделить на физическую, техническую, тактическую, психологическую и интегральную подготовку. Все виды подготовки осуществляются в соответствии с общеизвестными принципами спортивной подготовки, которые в свою очередь были разработаны на основе физиологического подхода к развитию тренированности и сохранения здоровья спортсменов.

Физиологическое обоснование функциональной подготовки спортсмена в тхэквондо можно определить через реализацию физиологических механизмов долговременной адаптации и раскрытие резервов развития физических качеств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян, Н.А. Проблемы адаптации и учение о здоровье : учеб. пособие / Н. А. Агаджанян, Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. – М. : Изд-во РУДН, 2006. – 284 с.
2. Агаджанян, Н.А. Соревновательный стресс у представителей различных видов спорта по показателям вариабельности сердечного ритма / Н. А. Агаджанян // Теория и практика физ. культуры. – 2006. – № 1. – С. 2-4.
3. Агаджанян, Н.А. Чрезвычайные ситуации, стресс и биоритмы / Н. А. Агаджанян // Материалы II-й Международной конференции «Болезни цивилизации в аспекте учения В. И. Вернадского». – М., 2004. – С. 28.
4. Адаптация человека к спортивной деятельности / А. П. Исаев, С. А. Лигачина, Р. У. Гаттарова и др. – Ростов н/Д. : Изд-во РГПУ, 2004. – 236 с.
5. Айзман, Р.И. Методика комплексной оценки физического и психического здоровья, физической подготовленности студентов высших и средних профессиональных учебных заведений / Р. И. Айзман, Н. И. Айзман, А. В. Лебедев. – Новосибирск, 2009. – 100 с.
6. Акимов, Е.Б. Соотношение между пульсовыми и субъективными показателями в оценке воздействия физических нагрузок у спортсменов : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Акимов Е. Б. – М., 2008. – 23 с.
7. Актуальные проблемы детской спортивной кардиологии / под ред. Е. А. Дегтяревой, Б. А. Поляева. – М. : РАСМИРБИ, 2009. – 132 с.
8. Алексеенко, Т. И. Возрастные показатели функционального состояния кардиореспираторной системы современных подростков / Т. И. Алексеенко // Теория и практика физ. культуры. – 2007. – № 2. – С. 64-66.
9. Амнуэль, Л.Ю. Сосудистые сопротивления, сократимость сердца и регуляция частоты сердечных сокращений в покое и при мышечной работе : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Амнуэль Л. Ю. – М., 2007. – 22 с.
10. Апанасенко, Г.Л. Медицинская валеология / Г. Л. Апанасенко, Л. А. Попона – Ростов н/Д. : Феникс, 2000. – 243 с. – (Сер. «Гиппократ»).

11. Артеменков, А. А. Динамика вегетативных функций при адаптации к физическим нагрузкам / А. А. Артеменков // Теория и практика физ. культуры. – 2006. – № 4. – С. 59-61.
12. Ашмарин, Д. В. Особенности адаптационных процессов у юных футболистов 11-16 лет : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ашмарин Д. В. – Челябинск, 2006. – 24 с.
13. Ашмарин, Д. В. Особенности функционального состояния кардиореспираторной системы футболистов в зависимости от особенностей вегетативного обеспечения деятельности / Д. В. Ашмарин // Актуальные вопросы оздоровления, реабилитации и спортивной медицины : сб. науч. тр. – Челябинск, 2005. – С. 12 – 15.
14. Багдасаров, А. Ю. Оптимизация методики развития специальной подготовленности дзюдоистов / А. Ю. Багдасаров // Теория и практика физ. культуры. – 2010. – № 6. – С. 28.
15. Баевский, Р. М. Анализ variability сердечного ритма в космической медицине / Р. М. Баевский // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, № 2. – С. 70-82.
16. Баевский, Р. М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р. М. Баевский, О. И. Кириллов, С. З. Клецкий. – М. : Наука, 1984. – 221 с.
17. Баевский, Р. М. Основные методы математического анализа сердечного ритма / Р. М. Баевский, О. И. Кириллов, С. З. Клецкий // Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М. : Наука, 1984. – С. 39-93.
18. Баевский, Р. М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. – М. : Медицина. – 1997. – 236 с.
19. Баевский, Р. М. Проблема физиологической нормы: математическая модель функциональных состояний на основе анализа variability

- сердечного ритма / Р. М. Баевский, А. Г. Черникова // Авиакосмическая и экологическая медицина. – М., 2002. – Т. 2. – С. 11-17.
20. Баевский, Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии / Р. М. Баевский. – М. : Медицина, 1979. – 295 с.
21. Бань, А. С. Анализ variability ритма сердца у спортсменов : возможные погрешности / А. С. Бань, Г. М. Загородный, Т. А. Пристром // СпортМед – 2010 : материалы V Междунар. науч. конф. по вопр. состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений. – М., 2010. – С. 40-43.
22. Безруких, М. М. Теоретические аспекты изучения физиологического развития ребёнка / М. М. Безруких, Д. А. Фарбер // Физиология развития ребёнка: теоретические и прикладные аспекты. – М., 2000. – С. 9-13.
23. Берсенев, Е. Ю. Перспективы развития исследований variability параметров сердечной деятельности в космической медицине / Е. Ю. Берсенев // Variability сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение : материалы V Всерос. симп. / отв. ред. Р. М. Баевский, Н. И. Шлык. – Ижевск, 2011. – С. 499-502.
24. Борисова, О. Л. Функциональное состояние эндотелия сосудов у спортсменов в зависимости от тренированности и характера физических нагрузок : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Борисова О. Л. – Ярославль, 2010. – 20 с.
25. Быков, Е. В. Адаптация сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам / Е. В. Быков, С. А. Личагина, Р. У. Гаттаров // Колебательная активность показателей функциональных систем организма спортсменов и детей с различной двигательной активностью. – Челябинск, 2005. – С. 92-207.
26. Быков, Е. В. Спорт и кровообращение: возрастные аспекты / Е. В. Быков, А. П. Исаев, С. Л. Сашенков. – Челябинск : Интерполиарт и К, 1998. – 64 с.
27. Валькова, Н. Ю. Количественная оценка вегетативной регуляции: методология, системное исследование влияния внешних и внутренних

- факторов : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Валькова Н. Ю. – Архангельск, 2007. – 40 с.
28. Ванюшин, Ю. С. Компенсаторно-адаптационные реакции кардиореспираторной системы : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. / Ванюшин Ю. С. – Казань, 2001. – 40 с.
29. Виру, А. А. Гипофизарно-адренкортикальная система в механизме общей адаптации / А. А. Виру // Вопр. эндокринологии. – Кишинев, 1978. – С. 15-16.
30. Власенко, Р. Я. Особенности вегетативного обеспечения у спортсменов с различной готовностью к риску / Р. Я. Власенко, Ю. С. Салтыкова // Физиология адаптации : матер. 2-й Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2010. – С. 345-347.
31. Восстановление массы органов и содержание в них нуклеиновых кислот после длительной гипокинезии / Ф. З. Меерсон, Н. А. Фомин, В. И. Павлова // Патол. физиология и эксперим. терапия. – 1988. – № 6. – С. 59-63.
32. Гавриш, И. В. Вариабельность сердечного ритма в зависимости от результата бронходилатационного теста у квалифицированных спортсменов : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Гавриш И. В. – Курган, 2006. – 26 с.
33. Гавриш, И. В. Использование «Омега-С» - диагностики для оценки функционального состояния спортсменок игровых видов спорта / И. В. Гавриш // Материалы VI Всероссийского научного форума «РеаСпоМед 2006». – М., 2006. – С. 27 – 28.
34. Гил, К. Искусство тхэквондо. Кн. 1-3 / К. Гил, Чур Хван Ким. – М. : Сов. спорт, 1991. – 544 с.
35. Граевская, Н. Д. Влияние спорта на сердечно-сосудистую систему / Н. Д. Граевская. – М. : Медицина, 1975. – 278 с.
36. Дембо, А. Г. Спортивная кардиология : рук. для врачей / А. Г. Дембо, Э. В. Земцовский. – Л. : Медицина, 1989. – 464 с.
37. Демидов, В. А. Адаптация сердечно-сосудистой системы к дозированным физическим нагрузкам циклического характера у лиц

- юношеского возраста, занимающихся лыжными гонками / В. А. Демидов // Проблемы формирования здоровья и здорового образа жизни : материалы III Всерос. науч.-практ. конф. – Тюмень, 2005. – С. 161-168.
38. Дратцев, Е. Ю. Особенности регионального мышечного кровообращения у спортсменов высокой квалификации : автореф. дис. ... канд. биол. наук. / Дратцев Е. Ю. – Ярославль, 2008. – 23 с.
39. Еганов, А. В. Управление тренировочным процессом повышения спортивного мастерства дзюдоистов : автореф. дис. ... д-ра пед. наук / Еганов А. В. – Челябинск, 1999. – 42 с.
40. Земцовский, Э. В. Современные представления о стрессорной кардиомиопатии у спортсменов / Э. В. Земцовский // Избранные лекции по спортивной медицине. – М., 2008. – Т. 2. – С. 69 - 92.
41. Ильин, Е. П. Психофизиология физического воспитания / Е. П. Ильин. – М. : Просвещение, 1981. – 287 с.
42. Исаев, А. П. Механизмы долговременной адаптации и дисрегуляции функций спортсменов к нагрузкам олимпийского цикла подготовки : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Исаев А. П. – Челябинск, 1993. – 52 с.
43. Исаев, А. П. Полифункциональная мобильность и вариабельность организма спортсменов олимпийского резерва в системе многолетней подготовки / А. П. Исаев, В. В. Эрлих. – Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, – 2010. – 502 с.
44. Исаев, А. П. Системообразующая деятельность организма кикбоксеров высокой квалификации в условиях интегральной и традиционной подготовки / А. П. Исаев, Ю. Н. Романов // Физиология адаптации : материалы 2-й Всерос. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2010. – С. 349 - 352.
45. Исаев, А. П. Стратегии адаптации человека / А. П. Исаев, С. А. Личагина, Т. В. Потапова. – Тюмень : Изд-во ТюмГУ, 2003. – 248 с.
46. Исаев, А. П. Физиология иммунной системы спортсменов : учеб. пособие для студентов, аспирантов, преподавателей / А. П. Исаев, С. А. Личагина, А. С. Аминов. – Челябинск : ЮУрГУ, 2004. – 199 с.

47. Калашников, Ю. Б. Место «степа» в технических приемах и тактико-технических действиях в тхэквондо / Ю. Б. Калашников // Теория и практика физ. культуры. – 1999. – № 2. – С. 37 – 38.
48. Камнев, Р. В. Методика дифференцированной специальной физической подготовки юных тхэквондистов / Р. В. Камнев, Н. В. Седых // Ученые записки ун-та им. П. Ф. Лесгафта. – 2010. – № 2 (60). – С. 59-62.
49. Карпов, М. А. Тхэквондо ВТФ: подготовка и аттестация на ученические пояса : учеб. пособие / М. А. Карпов. – Челябинск : УралГАФК, 2001. – 116 с.
50. Карташова, Н. А. Взаимосвязь дыхательных фаз с амплитудой Н-рефлекса у спортсменов / Н. А. Карташова // Валеопедагогические аспекты здоровьесформирования в образовательных учреждениях: состояние, проблемы, перспективы : материалы II Всерос. науч.-практ. конф. – Екатеринбург, 2004. – С. 162 – 164.
51. Киселев, А. Р. Оценка вегетативного управления сердцем на основе спектрального анализа вариабельности сердечного ритма / А. Р. Киселев, В. Ф. Киричук, В. И. Гридиев // Физиология человека. – 2005. – Т. 31, № 6. – С. 37 - 43.
52. Кокс, Т. Стресс / Т. Кокс; пер. с англ. В. С. Ротенберг, В. В. Аршавский. – М. : Медицина, 1981. – 216 с.
53. Коломиец, О. И. Вегетативная реактивность спортсменов с различной направленностью тренировочного процесса : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Коломиец О. И. – Челябинск, 2004. – 25 с.
54. Красноперова, Т. В. Состояние центральной гемодинамики у спортсменов с различным уровнем активности вегетативной регуляции ритма сердца независимо от видов спорта в покое / Т. В. Красноперова, Н. И. Шлык, Г. А. Геровская // Теория и практика оздоровления населения России : материалы II Нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Ижевск, 23 – 26 мая 2005. – М., 2005. – С. 139-140.

55. Купер, К. Аэробика для хорошего самочувствия / К. Купер. – М. : Физкультура и спорт, 1989. – 224 с.
56. Лигай, В. В. Тхэквондо – путь к совершенству / В. В. Лигай. – Ташкент : Шарк, 1994. – 160 с.
57. Линин, А. В. Особенности нейровегетативной регуляции деятельности кардиореспираторной системы конькобежцев-многоборцев юношеского возраста : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Линин А. В. – Челябинск, 2008. – 23 с.
58. Литвинова, Н. А. Роль индивидуальных психофизиологических особенностей студентов в адаптации к умственной и физической деятельности : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Литвинова Н. А. – Томск, 2008. – 40 с.
59. Лосенок, С. А. Коррекция иммунометаболических нарушений при синдроме перетренированности у спортсменов / С. А. Лосенок, И. Л. Бровкина // Материалы VI Всероссийского научного форума «РеаСпоМед 2006». – М., 2006. – С. 77-78.
60. Макарова, Г. А. Пограничные состояния в практике спортивной медицины / Г. А. Макарова // Избранные лекции по спортивной медицине. – М., 2003. – Т. 1. – С. 93-118.
61. Медведев, В. И. Психофизиологические проблемы оптимизации деятельности / В. И. Медведев // Физиологические механизмы оптимизации деятельности. – Л., 1985. – С. 3-20.
62. Меерсон, Ф. З. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам : моногр. / Ф. З. Меерсон, М. Г. Пшенникова. – М. : Медицина, 1988. – 256 с.
63. Меерсон, Ф. З. Адаптация к физическим нагрузкам / Ф. З. Меерсон, М. Г. Пшенникова. – М. : Медицина, 1996. – 156с.
64. Меерсон, Ф. З. Адаптация, стресс, профилактика / Ф. З. Меерсон. – М. : Наука, 1981. – 178 с.

65. Меерсон, Ф.З. Динамика и физиологическое значение активизации ГАМК-системы в головном мозге и сердечной мышце при эмоционально-болевым стрессе / Ф.З. Меерсон, Р.И. Лившиц, В.И. Павлова // Биомедицинская химия. – 1981. – Т. 27. – № 1. – С. 35.
66. Меерсон, Ф.З. Предупреждение стрессорных повреждений организма антиоксидантами и бета-блокаторами индералом / Ф.З. Меерсон, В.И. Павлова, Э.Н. Коробейникова // Вопросы медицинской химии. – 1980. – № 6. – С. 827.
67. Мельников, А. А. Особенности гемодинамики и реологических свойств крови у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса / А. А. Мельников, А. Д. Викулов // Теория и практика физ. культуры. – 2003. – № 91. – С. 23-26.
68. Михайлов, В. М. Вариабельность ритма сердца. Опыт клинического применения / В. М. Михайлов. – Иваново : Изд-во Иван. гос. мед. акад., 2002. – 306 с.
69. Мохан, Р. Биохимия мышечной деятельности и физические тренировки : пер. с англ / Р. Мохан, М. Глессон, П. Л. Гринхафф. – Киев : Олимп. лит., 2001. – 295 с.
70. Никифоров, Ю. Б. Эффективность тренировки боксеров / Ю. Б. Никифоров. – М. : Физкультура и спорт, 1987. – 192 с.
71. Октябрьская, Е. В. Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы у высококвалифицированных спортсменов по данным кардиоинтервалографии / Е. В. Октябрьская, А. А. Синицинский, А. Л. Томчук // Медицина. Спорт. Здоровье. Олимпиада : материалы IV Рос. науч. форума. – М., 2004. – С. 71-72.
72. Павлов, С. В. Аттестация тхэквондистов на ученические пояса : учеб. пособие / С. В. Павлов. – Челябинск : УралГАФК, 1999. – 83 с.
73. Павлов, С. Н. Изменения частоты сердечных сокращений и ударного объема крови спортсменов-гиревиков во время выполнения соревновательного упражнения и в восстановительном периоде после его

завершения / С. Н. Павлов // Физиология человека. – М., 2008. – Т. 34, № 1. – С. 126-128.

74. Павлова, В. И. Стрессорное повреждение организма и его предупреждение метаболитами стресс-лимитирующих систем : дис. ... д-ра биол. наук / Павлова В. И. – Томск, 1990. – 284 с.

75. Павлова, В.И. Повышение физической работоспособности легкоатлетов 14-15 лет в макроцикле тренировочного процесса / В.И. Павлова, С.С. Кислякова, Д.А. Сарайкин, Ю.Г. Камскова, И.В. Нагорнов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Образование, здравоохранение, физическая культура. – Челябинск, 2015. – Т. 15. – № 4. – С. 74-79.

76. Пашинцев, В. Г. Влияние скоростно-силовой подготовки на функциональную работоспособность дзюдоистов / В. Г. Пашинцев // Теория и практика физ. культуры. – 2010. – № 10. – С. 16-17.

77. Передельский, А. А. Тхэквондо как система боя / А. А. Передельский. – Тверь : Спорт ТКД, 1995. – 96 с.

78. Перельман, Е. Б. Особенности регуляции сердечного ритма и нейромоторной системы юных боксеров 12-15 лет в условиях применения восстановительных технологий : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Перельман Е. Б. – Челябинск, 2009. – 23 с.

79. Платонов, В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения : учеб. / В. Н. Платонов. – М. : Сов. спорт, 2005. – 820 с.

80. Покровский, В. М. Сердечно-дыхательный синхронизм у человека / В. М. Покровский, В. Г. Абушкевич, И. И. Борисова // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, № 6. – С. 100-103.

81. Пономарева, В. В. Повышение результативности у спортсменов с помощью психоэмоциональной кинезиологии / В. В. Пономарева // Материалы VI Всероссийского научного форума «РеаСпоМед 2006». – М., 2006. – С. 184-185.

82. Пригожин, И. Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой : пер. с англ. / И. Пригожин, И. Стенгерс. – М. : Прогресс, 1986. – 432 с.
83. Психофизиологические детерминанты спортивного мастерства единоборцев / М.С. Терзи, Д.А. Сарайкин, В.И. Павлов, Ю.Г. Камскова // Теория и практика физической культуры. – 2014. – №12. – С. 66-70.
84. Речкалов, А. В. Психологический статус спортсменов разных специализаций / А. В. Речкалов, Л. Н. Смелышева // Теория и практика физ. культуры. – 2006. – № 6. – С. 24 - 29.
85. Сарайкин, Д. А. Показатели периферической системы крови у юных тхэквондистов на предсоревновательном этапе тренировочного процесса / Д. А. Сарайкин, М. С. Терзи, В. И. Павлова // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2012. – № 2(39). – С. – 15-16.
86. Сарайкин, Д.А. Функциональное состояние организма юных спортсменов на разных этапах тренировочного процесса (тхэквондо) : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Сарайкин Д.А.. – Челябинск, 2012. – 24 с.
87. Сашенков, С. Л. Состояние системы транспорта кислорода, особенности иммунного статуса и вероятность развития респираторных инфекций у спортсменов с аэробной направленностью тренировочного процесса : дис. ... д-ра мед. наук / Сашенков С. Л. – Челябинск, 1999. – 263 с.
88. Севостьянов, Ю. В. Исследование состояния ВНС и применение немедикаментозных методов коррекции нейроциркуляторной дистонии у спортсменов / Ю. В. Севостьянов, В. Ф. Исаков, Е. Л. Истомина // Теория и практика оздоровления населения России : материалы II Нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Ижевск, 23-26 мая 2005. – М., 2005. – С. 214-216.
89. Симаков А. М. Содержание физической подготовленности юных тхэквондистов на этапе начальной подготовки / А. М. Симаков // Учен. зап. ун-та им. П. Ф. Лесгафта. – 2010. – № 4 (62). – С. 93-97.

90. Смирнова, Л. В. Функциональное состояние кардиореспираторной и вегетативной нервной системы спортсменов-танцоров юношеского возраста : автореф. дис. ...канд. биол. наук / Смирнова Л. В. – Челябинск, 2006. – 22 с.
91. Сокунова, С. Ф. Эффект специализированной тренировки в беге на аэробную и анаэробную производительность у спортсменов / С. Ф. Сокунова // Теория и практика физ. культуры, 2003. – № 11. – С. 8-10.
92. Солодков, А. С. Адаптация в спорте: состояние, проблемы, перспективы / А. С. Солодков // Физиология человека. – 2000. – Т. 26, № 6. – С. 87-93.
93. Суворова, С. С. Адаптивные изменения эластичных свойств миокарда и стенки крупных сосудов при срочной адаптации к физической нагрузке у спортсменов высокой квалификации / С. С. Суворова, В. А. Епифанов // Медицина. Спорт. Здоровье. Олимпиада : материалы VI Рос. науч. форума. – М., 2004. – С. 101-102.
94. Судаков, К. В. Физиология. Функциональные системы : курс лекций / К. В. Судаков. – М. : Медицина, 2000. – 784 с.
95. Суетина, Д. А. К вопросу определения психофизиологического состояния и индивидуальных особенностей практически здорового человека по степени колебания частоты пульса в покое / Д. А. Суетина, Т. В. Руднева, С. Ф. Бойченко // Материалы VI Всероссийского научного форума «РеаСпоМед 2006». – М., 2006. – С. 144-146.
96. Суздальницкий, Р. С. Проявления иммунодефицитных состояний при занятиях спортом и их коррекция / Р. С. Суздальницкий // Избранные лекции по спортивной медицине. – М., 2003. – С. 119-134.
97. Суслов, Ф. П. Современная система спортивной подготовки / Ф. П. Суслов, В. П. Сыч, Б. Н. Шустин. – М. : СААМ, 1995. – 446 с.
98. Тарас, А. Е. Боевые и спортивные единоборства : справ. / А. Е. Тарас. – Минск : Харвест, 2002. – 640 с.
99. Терещенко, В. И. Особенности вегетативной регуляции у больных хроническим обструктивным бронхитом / И. В. Терещенко, И. В. Зубова //

Материалы VI Всероссийского научного форума «РеаСпоМед 2006». – М., 2006. – С. 150-151.

100. Терзи, М. С. Реактивность динамики индикаторов функционального состояния сердечно-сосудистой системы юных тхэквондистов на предсоревновательном этапе тренировочного процесса / М. С. Терзи, Д. А. Сарайкин // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. – 2011. – № 12. – С. 349-360.

101. Терзи, М. С. Физиологические особенности адаптивных процессов у подростков в тхэквондо : дис. ... канд. биол. наук / Терзи М. С. – Челябинск, 2003. – 176 с.

102. Терзи, М.С. Сенсомоторная адаптация у единоборцев разных квалификаций / М.С. Терзи, В.И. Павлова, Д.А. Сарайкин // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы подготовки и сохранения здоровья спортсменов». – Челябинск: УралГУФК, 2013. – С. 367-370.

103. Трифонова, О. Н. Хроническое физическое перенапряжение у спортсменов и его предупреждение : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Трифонова О. Н. – Челябинск, 1989. – 27с.

104. Троянов, Р. Н. Физиологические эффекты применения транскраниальной электростимуляции и биоуправления в коррекции вегетативного статуса спортсменов : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Троянов Р. Н. – Волгоград, 2003. – 24 с.

105. Тхоревский, В. И. Двигательные функции и физическое здоровье человека / В. И. Тхоревский // Физиологические основы здоровья человека. – СПб., 2001. – С. 13-40.

106. Уилмор, Дж. Х. Физиология спорта и двигательной активности / Дж. Х. Уилмор, Д. Л. Костилл. – Киев : Олимп. лит., 2001. – 504 с.

107. Усков, Г. В. Функциональное состояние системы кровообращения у спортсменов с аэробной и анаэробной направленностью тренировочного процесса / Г. В. Усков, Л. И. Сашенков, О. Ф. Калев // Актуальные вопросы

подготовки специалистов физической культуры и спорта : материалы межрегион. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 1999. – С. 282-283.

108. Факеев, М. А. Экспериментальное обоснование методики ускоренного формирования психомоторных функций юных спортсменов-рукопашников / М. А. Факеев // Учен. зап. ун-та им. П. Ф. Лесгафта. – 2010. – № 4 (62). – С. 108-111.

109. Фарфель, В. С. Физиология человека / В. С. Фарфель, Я. М. Коц. – М. : Наука, 1970. – 344 с.

110. Физиологические и психофизиологические особенности сенсомоторной адаптации у единоборцев разных квалификаций / В.И. Павлова, Д.А. Сарайкин, М.С. Терзи // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6. – Ч. 7. – С. 1412-1417.

111. Физиологические предпосылки сохранения и укрепления здоровья у единоборцев / М.С. Терзи, Д.А. Сарайкин, В.И. Павлова, Ю.Г. Камскова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Образование, здравоохранение, физическая культура. – 2014. – Т. 14. – № 3. – С. 26-32.

112. Физическая нагрузка в адаптации спортсменов и профилактике психофизического переутомления / В. И. Павлова, Я. В. Латюшин, Н. В. Мамылина, М. С. Терзи // Теория и практика физ. культуры. – 2007. – № 10. – С. 11-14.

113. Флейшман, А. Н. Вариабельность ритма сердца и медленные колебания гемодинамики. Нелинейные феномены в клинической практике / А. Н. Флейшман. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2009. – 194 с.

114. Фомин, Н. А. Адаптация: общебиологические и психофизиологические основы : моногр. / Н. А. Фомин. – М.: Теория и практика физ. культуры, 2003. – 383 с.

115. Фомин, Н. А. Особенности активности ферментов сыворотки крови у спортсменов и нетренированных лиц / Н. А. Фомин, Н. М. Горохов, Л. В. Тимошенко // Теория и практика физ. культуры. – 2006. – № 1. – С. 9-11, 39-41.

116. Фомин, Н. А. Физиологические основы двигательной активности / Н. А. Фомин, Ю. Н. Вавилов. – М. : Физкультура и спорт, 1991. – 271 с.
117. Цилфидис, Л. К. Педагогическое взаимодействие как условие формирования личности в тхэквондо : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Цилфидис Л. К. – М., 1998. – 24 с.
118. Цой, Хонг Хи Тхэквондо (Корейское искусство самообороны) / Хонг Хи Цой. – М. : АО «ТКД», 1993. – 763 с.
119. Чурсинов, В. Е. Определение вида зависимости «нагрузка - максимальная сила сокращения мышц», в разных режимах работы / В. Е. Чурсинов // Теория и практика физ. культуры. – 2011. – № 5. – С. 56-59.
120. Шевцов, А. В. Психические и физиологические механизмы болей в спине. Биоэнергетика и периодичность процессов волновой активности кровообращения / А. В. Шевцов, А. П. Исаев : моногр. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2000. – 125 с.
121. Шенченко, А. Ю. Сравнительная характеристика основных параметров variability ритма сердца у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса : дис. ... канд. мед. наук / Шенченко А. Ю. – Ярославль, 2006. – 114 с.
122. Шибкова, Д. З. Функциональные показатели дыхательной системы учащихся выпускных классов в динамике учебного года / Д. З. Шибкова, И. А. Якубовская // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Психолого-педагогические и медико-биологические проблемы физической культуры, спорта и туризма». – Челябинск, 2010. – С. 211-215.
123. Шлык, Н. И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов / Н. И Шлык. – Ижевск : Изд-во Удмурт. ун-та, 2009. – 255 с.
124. Шлык, Н. И. Анализ variability сердечного ритма и дисперсионного картирования ЭКГ у участников параллельных исследований «Марс-500» с различными преобладающими типами вегетативной регуляции (Ижевская экспериментальная группа) // Variability сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое

применение : материалы V Всерос. симп. / отв. ред. Р. М. Баевский, Н. И. Шлык. – Ижевск, 2011. – С. 559-571.

125. Шубин, К. М. Физиолого-биомеханические факторы, обуславливающие гипертонус мышц спортсменов / К. М. Шубин, М. Х. АльБукаи // Материалы II Российского научного форума «Медицина. Спорт. Здоровье. Олимпиада». – М., 2004. – С. 116-117.

126. Шульгина, В. П. Специальная выносливость кикбоксеров 14-15 лет в разделе «Фулл – контакт» с учетом индивидуального стиля соревновательной деятельности / В. П. Шульгина, Э. В. Кладов // Теория и практика физ. культуры. – 2010. – № 7. – С. 15-17.

127. Эпов, О. Г. Тхэквондо: проблемы становления / О. Г. Эпов // Теория и практика физ. культуры. – 1999. – № 2. – С. 43-44.

128. Эрлих, В. В. Состояние кардиореспираторной и нервно-мышечной системы юношей-пловцов с различной направленностью соревновательной системы : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Эрлих В.В. – Челябинск, 2007. – 22 с.

129. Юмагуен, В. Р. Механизмы адаптации функционального состояния кардиореспираторной и нейро-мышечной систем у кикбоксеров высокой и высшей квалификации : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Юмагуен В. Р. – Челябинск, 2008. – 22 с.

130. Blalock, J. E. A molecular basis for bidirectional communication between the immune and neuroendocrine systems / J. E. Blalock // *Physiol. Rev.* – 1989. – Vol. 69. – P. 1-32.

131. Bosquet, L. Is heart rate a convenient tool to monitor over-reaching? A systematic review of the literature / L. Bosquet, S. Merkari, D. Arvisais, A. E. Aubert // *Br. J. Sports Med.* – 2008. – V. 42, № 9. – P. 709-714.

132. Galambos, S. A. Psychological predictors of injury among elite athletes / S. A. Galambos, P. C. Terry, G. M. Mayle // *Brit. J. of Sports Med.* – 2005. – № 39. – P. 351-354.

133. Goedecke, J. H. Determinants of the variability in respirator exchange ratio at rest and during exercise in trained athletes / J. H. Goedecke, A. S. C. Gibson, L. Grobler // *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* – 2000, Dec. – Vol. 279, Issue 6. – P. 1325 – 1334.
134. Inder, W. J. Prolonged exercise increases peripheral plasma ACTH, CRH, and AVR in male athletes / W. J. Inder, J. Hellemans, M. P. Swanney // *J. Appl. Physiol.* – 1998, Sep. – Vol. 85, Issue 3. – P. 835-841.
135. Jones, A. M. Effects of prior exercise on metabolic and gas exchange responses to exercise / A. M. Jones, K. Koppo, M. Burnley // *J. Sports med.* – 2003. – Vol. 33, № 13. – P. 949-971.
136. Knopfli, B. H. Vagal activity and airway response to ipratropium bromide before and after exercise in ambient and cold conditions in healthy cross-country runners / B. H. Knopfli, O. Bar-Or // *Clin. J. Sport Med.* – 1999, Jul. – Vol. 9, № 3. – P. 170-176.
137. Mackinnon, L. T. Mucosal (secretory) immune system responses to exercise of varying intensity and during intensified training in swimmers / L. T. Mackinnon, S. Hooper // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 1994. – № 15. – P. 179-185.
138. Mackinnon, L. T. Temporal relationships between exercise-induced decreases in salivary IgA and subsequent appearance of upper respiratory tract infection in elite athletes / L. T. Mackinnon, E. Ginn, G. J. Seymour // *Australian Journal of Science and Medicine in Sport.* – 1993. – № 25. – P. 94-99.
139. McArdle, W.D. *Exercise Physiology* / W. D. McArdle, L. F. Katch, L. V. Katch. – Philadelphia, 1986. – 696 p.
140. McKenzie, D. Markers of Excessive Exercise / D. McKenzie // *Can. J. Appl. Physiol.* – 1999, Feb. – № 24(1). – P. 66-73.
141. McMillan, K. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players / K. McMillan, J. Helgerud, R. Macdonald // *British J. of Sports Med.* – 2005. – Vol. 39. – P. 273 – 277.

142. Miliken, J. R. Left ventricular mass as determined by magnetic resonance imaging in male endurance athletes / J. R. Miliken, J. Stray-Gundersen, R. M. Peshok // American J. of Cardiology. – 1988. – V. 62. – P. 301-305.
143. Newcomer, B. R. Exercise over-stress and maximal muscle oxidative metabolism: a P magnetic resonance spectroscopy case report / B. R. Newcomer, B. Sirikul, G. R. Hunter // British Journal of Sports 2006. Medicine. – 2005. – Vol. 39. – P. 302-306.
144. Paulev, P. E. Exercise and risk factors for atherosclerosis in 42 married couples followed over four years / P. E. Paulev // J. Chron. Dis. – 1984. – Vol. 37, № 7. – P. 545-553.
145. Pedersen, B. K. Exercise and immune system: Regulation, integration and adaptation / B.K. Pedersen, L. Hoffman-Goets // Physiol. Rev. – 2000. – Vol. 80. – P. 1055.
146. Petersen, J. Evidence based prevention of hamstring injuries in sport / J. Petersen, P. Holmich // British J. of Sports Med. – 2005. – Vol. 39. – P. 319-323.
147. Richardson, R. S. What governs skeletal muscle Vo₂max? New evidence / R. S. Richardson // Med. Sci. Sports Exerc. – 2000. – Vol. 32. – P. 100-107.
148. Shepard, R. J. Acute and chronic over-exertion: Do depressed immune responses provide useful markers? / R. J. Shepard, P. N. Chek // J. Sports Med. – 1998. – № 19. – P. 159-171.
149. Shroeder, S. The impact of untreated coronary dissections on acute and long-term outcome after intravascular ultrasound guided PTCA / S. Shroeder, A. Baumbach, H. Mahrholdt // Eur. Heart J. – 2000. – № 21 (2). – P. 137-145.
150. Tarnopolsky, M. A. Postexercise protein-carbohydrate and carbohydrate supplements increase muscle glycogen in men and women / M. A. Tarnopolsky, M. Bosnian, J. R. Macdonald // J. Appl. Physiol. – 1997, Dec. – Vol. 83, Issue 6. – P. 1877-1883.

Научное издание

САРАЙКИН ДМИТРИЙ АНДРЕЕВИЧ
ПАВЛОВА ВЕРА ИВАНОВНА
КАМСКОВА ЮЛИАНА GERMAHOVHA
ТЕРЗИ МИХАИЛ СЕРГЕЕВИЧ

**ИНТЕГРАТИВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗМА ПРИ
АДАПТАЦИИ К ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ АЦИКЛИЧЕСКОЙ
НАПРАВЛЕННОСТИ В ТХЭКВОНДО**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
для студентов, спортсменов,
тренеров и инструкторов

ISBN

ЗАО «Цицero»,
454080, г. Челябинск, Свердловский пр-кт, 60

Подписано к печати.
Формат 60x84 1/16 Объем 4.9 уч.-изд.л.
Заказ №_____. Тираж 100 экз.
Отпечатано на ризографе в типографии ФГБОУ ВО ЮУрГГПУ
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69