



ISBN 978-5-9718-0209-9



9 785971 802099

В. Г. Пашинцев

БИОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ДЗЮДОИСТОВ

В. Г. Пашинцев

БИОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ функциональной ПОДГОТОВКИ ДЗЮДОИСТОВ

физиологические
механизмы адаптации
при развитии
функциональной
работоспособности



В. Г. Пашинцев

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
функциональной
ПОДГОТОВКИ
ДЗЮДОИСТОВ**

физиологические
механизмы адаптации
при развитии
функциональной
работоспособности



Москва 2007

УДК 796/799
ББК 75.715
П22

Рецензенты:

В.С. Беляев – доктор биологических наук, профессор;
С.В. Малиновский – доктор педагогических наук,
профессор.

Пашинцев В.Г.

П22 Биологическая модель функциональной подготовки дзюдоистов [Текст] : монография / В. Г. Пашинцев. – М. : Советский спорт, 2007. 208 – с.: ил.

ISBN 978-5-9718-0209-9

В книге даются представления о физиологических основах и технологии развития функциональной работоспособности в спортивных единоборствах на примере дзюдо. Подробно изложены механизмы, влияющие на производительность организма, адаптационные изменения при физических нагрузках различной направленности. Даны практические рекомендации по организации учебно-тренировочного процесса, применению средств и методов функциональной подготовки.

Для спортсменов, тренеров, студентов и преподавателей физкультурных учебных заведений.

УДК 796/799
ББК 75.715

ISBN 978-5-9718-0209-9

© В. Г. Пашинцев, 2007
© Оформление. ОАО «Издательство
“Советский спорт”», 2007

*Посвящается памяти моего отца,
Пашинцева Георгия Николаевича,
участника Великой Отечественной войны*

Введение

Спортивные единоборства традиционно относят к видам спорта, в которых основную роль играет физическая подготовка спортсменов. Многочисленные научные исследования физиологических функций борцов, педагогические наблюдения в условиях учебно-тренировочного процесса, проведенные с участием спортсменов-единоборцев, и соревновательная практика подтверждают тот факт, что высокий уровень функциональной подготовки является основным фактором успешной реализации технико-тактических действий в соревновательных условиях.

Поиск эффективных путей, способствующих повышению уровня функционального и технического мастерства единоборцев в учебно-тренировочных группах, является одной из актуальных проблем.

Как известно, в условиях напряженной мышечной работы выносливость проявляется в виде трех, отличных по своей физиологической природе свойств организма: аэробной способности, связанной с потреблением кислорода и окислительной деградации пищевых веществ, главным образом углеводов и жиров; гликолитической анаэробной способности использования при работе в качестве основного источника энергии анаэробного ферментативного распада углеводов, приводящего к образованию молочной кислоты в работающих мышцах; алактатной анаэробной способности, связанной с использованием внутримышечных резервов АТФ и КрФ. Конкретные проявления выносливости у спортсменов всегда носят специфический характер. Специфичность ее проявлений определяется соотношением уровней развития биоэнергетического потенциала, устанавливаемым в процессе тренировки в избранном виде спорта.

Многие специалисты по спортивной борьбе исследовали физические качества спортсменов, определили методы педагогического воздействия для их развития. Но до сих пор нет единого представления о развитии спортивной работоспособности борцов, в частности дзюдоистов. Из отдельных работ нельзя понять, что является основой развития спортивной работоспособности – скоростно-силовые качества или специальная выносливость. Непонятно, как развивать саму выносливость, увеличивать аэробную или анаэробную производительность организма борцов. На этот счет существует несколько противоположных мнений.

Недостаточность изучения биологической составляющей, несогласованность мнений специалистов по важнейшим практическим вопросам, определяющим эффективное решение развития работоспособности дзюдоистов, позволяет считать данную проблему весьма актуальной.

В настоящей книге предлагается, используя принципы моделирования, рассматривать спортивную работоспособность как возможность организма увеличивать усвоение кровью кислорода и на этой основе повышать другие адаптационные механизмы, принимающие участие в проявлении функциональной мощности демонстрации технических действий. Такой подход позволяет использовать физиологические особенности организма спортсменов, постепенно включать дополнительные возможности биологических систем на каждом новом этапе повышения мощности выполнения работы.

Автор благодарит всех, кто способствовал формированию его как специалиста в области физической культуры и оказывал помощь в подготовке и выпуске данной книги. Моего первого тренера М.Р. Урицкого, преподавателей В.Я. Шумилина, Е.М. Чумакова, Б.А. Подливаева, С.В. Малиновского, С.Д. Неверковича, Я.К. Кobleва и многих других, которые сформировали научное мировоззрение и ввели в интереснейший мир спортивной науки. Спасибо моим единомышленникам: Ю.В. Волкову, И. Киселю, А.В. Гридневу, первыми принявшим на себя сложности экспериментов, направленных на повышение функциональной работоспособности.

ГЛАВА 1

Физиологические аспекты спортивной работоспособности

В современном представлении работоспособность – это максимум работы, способность спортсмена совершать специфическую для него работу в определенном объеме с заданной интенсивностью. Специальная работоспособность спортсменов часто рассматривается как его тренированность, т. е. пригодность к выполнению специального круга спортивных заданий. С понятием работоспособности тесно связано представление об утомлении и выносливости. Так, утомление – это вызванное нагрузкой временное снижение работоспособности, а выносливость – способность противостоять утомлению. В спортивной борьбе выделяются некоторые факторы, определяющие работоспособность спортсмена: функциональные возможности, атлетическая подготовленность, технико-тактическое мастерство, рациональная тактика и психологическая устойчивость. В последнее время развернулась дискуссия вокруг термина «работоспособность». Одни авторы предлагают отказаться от этого термина в связи с тем, что он ненаучен и невозможно дать универсальное, всеобъемлющее определение. Другие считают, что это не причина для изъятия термина из лексикона, так как идеальных истолкований понятий (дефиниций) вообще быть не может, а термин «работоспособность» прочно вошел в нашу речь. Более того, термин «физическая работоспособность» является наиболее универсальным для определения физической деятельности человека, а термин «выносливость» при этом отражает разновидность физической деятельности, отличающейся невысокой интенсивностью и значительной продолжительностью.

Показано, что соревновательная деятельность в борьбе протекает с переменной интенсивностью нервно-мышечных напряжений с дискретно-экстремальными нагрузками. Это предъявляет высокие требования к двигательно-координационным способностям борцов, к способностям быстро и точно оценивать пространственно-временные условия деятельности, к возможностям переключения с одного на другое действие и т. д. Особо высоки требования к реализации скоростных возможностей и специфической выносливости – скоростной, силовой, скоростно-силовой. Соревнования требуют от спортсменов проявления высокого уровня именно физической работоспособности. Так, дзюдо характеризуется высокой напряженностью технико-тактических действий, требующих от спортсмена максимальных мышечных усилий и умения проявлять их в быстро меняющейся обстановке. Периоды высокой активности с паузами относительного отдыха составляют около 30 с, максимальный пульс составляет 180–230 уд./мин, общий кислородный долг – от 5,0 до 7,9 л. Такой вид деятельности требует мобилизации функциональных возможностей организма и предъявляет высокие требования к работоспособности спортсмена. В дзюдо эффективность выполнения технических действий зависит не только от уровня развития выносливости как производительности дыхательной и сердечно-сосудистой системы, но и от развития скоростно-силовых качеств. Так, в спортивной борьбе на величину пульса влияют особенности сочетания многообразных сложных чередующихся действий спортсмена: борьба за захват, подготовительные действия к проведению приема, удачные и неудачные попытки провести прием, сопротивление действиям и преодоление сопротивления соперника и т.п.

Таким образом, под спортивной работоспособностью дзюдоистов подразумевается готовность к демонстрации технико-тактического мастерства на высоком функциональном уровне.

1.1. Физиологические функции организма, влияющие на спортивную работоспособность

Спортивный успех в дзюдо достигается в результате длительного пути совершенствования физических качеств и двигательных навыков, овладения огромным богатством системы спортивной тренировки, медико-биологических средств повышения работоспособности и ускорения восстановительных процессов.

В результате тренировочной и соревновательной деятельности дзюдоистов в их организме происходят значительные физиологические и биохимические сдвиги, которые подчиняются биологическим законам. Знание этих законов позволяет осуществлять подготовку дзюдоистов целенаправленно, управлять ею и не допускать адаптационных срывов, которые надолго могут вывести спортсмена из тренировочного процесса.

Таким образом, вся система подготовки дзюдоистов направлена на изменение гомеостаза (внутренней среды организма). У спортсменов, особенно высококвалифицированных, границы гомеостаза в состоянии покоя, при тренировках и соревнованиях устанавливаются на ином, значительно более широком уровне, чем у лиц, не занимающихся систематически спортом.

Потенциальные, резервные возможности живой системы в значительной степени связаны со скоростью кругооборота биологически активных веществ в организме. Поэтому система тренировок направлена на то, чтобы приучить организм обходиться меньшим количеством материалов с более высоким коэффициентом полезного действия. Состав и свойства внутренней среды поддаются тренировке. Они способны изменяться и перестраиваться в наиболее благоприятных для спортивной деятельности границах.

Адаптация мышечного аппарата к физическим нагрузкам связана в первую очередь с гипертрофией мышечных волокон. Что же в них происходит?

1. Каждое мышечное волокно становится толще, число же клеток постоянно.
2. Запас кислорода в мышце повышается, благодаря возросшему количеству миоглобина, который придает мышце более темный цвет.
3. Число капилляров увеличивается. Тем самым отдельные мышечные клетки лучше снабжаются кровью, особенно при динамической работе на выносливость.
4. Координация мышц улучшается: в мышечное напряжение может одновременно втягиваться все больше и больше мышечных волокон.

Мышцу пронизывает широко разветвленная сеть кровеносных капилляров. По ним поступают всевозможные вещества, необходимые для работы мышц, для строительства новых клеток и удаления продуктов распада.

Топливом для мышц служит аденозинтрифосфорная кислота (АТФ), креатинфосфатная кислота (КрФ), углеводы (гликоген), жиры, белки.

У АТФ мышца черпает энергию для работы. Все остальные виды мышечного топлива используются лишь для того, чтобы непрерывно «подзарядить» АТФ.

Количество АТФ в мышцах невелико, и вскоре после начала работы возникает необходимость ее восстановления. Для этого тоже нужна энергия. И здесь вступает в действие КрФ и гликоген (эти два вещества также входят в состав мышечной ткани). Выделяемая при их расщеплении энергия идет на восстановление АТФ. Все эти процессы протекают без кислорода и могут продолжаться до тех пор, пока не исчерпается энергия, заключенная в АТФ, КрФ и гликогене. Для дальнейшей работы мышц необходим кислород для сгорания углеводов, жиров, белков. Выделенная при этом энергия трансформируется в мышечную работу, но лишь через восстановление АТФ.

После окончания работы в мышцах начинаются интенсивные восстановительные процессы. Восполняются до исходного уровня запасы АТФ, КрФ и гликогена. Удаляются продукты распада (углекислый газ, вода, аммиак). Идет подготовка к новой работе. Чтобы израсходовать в мышцах 1 г углеводов, нужно 0,8 л кислорода, 1 г белков – 0,95 л, 1 г жиров – 2 л.

Аппарат кровообращения включает сердце, сосуды, кроверегulatoryную систему. Сердце за годы систематических тренировок увеличивается, возрастает его вес, объем, диаметр, толщина стенок желудочков и предсердий. Возрастают также величина отверстий и емкость кровеносных сосудов.

Величина объема сердца – весьма динамичный показатель, который быстро и отчетливо реагирует на изменения в уровне общей тренированности. Под влиянием систематических и достаточно интенсивных тренировок у спортсменов по мере нарастания тренированности наблюдается увеличение объема сердца. После спада тренировочных нагрузок отмечается уменьшение величины объема сердца.

Увеличение объема сердца может быть связано: а) с расширением полостей, его дилатацией; б) с развитием гипертрофии сердечной мышцы и в) с сочетанием дилатации сердца и гипертрофии миокарда.

Физиологическая дилатация способствует увеличению резервного объема крови, обеспечивает увеличение систолического объема при физической нагрузке, повышая тем самым производительность аппарата кровообращения. Физиологическая гипертрофия также приводит к увеличению производительности сердца. По мере

увеличения объема сердца повышается экономизация кровообращения.

Чрезмерное увеличение сердца развивается при нерационально построенном индивидуальном тренировочном процессе, при форсированных тренировках и при занятиях спортом в состоянии утомления и заболевания.

Мышечная деятельность вызывает целый ряд морфологических, физиологических, функциональных, биохимических изменений в организме. Это обеспечивает наиболее рациональный способ функционирования микроциркуляторной системы в организме тренированных лиц при физических нагрузках. Под влиянием систематической тренировки происходит экономизация мышечного кровотока, выражающаяся в том, что его интенсивность в состоянии покоя снижается, что создает возможность усиления кровотока в мышце и способствует ускорению доставки кислорода к мышечной ткани.

Кровь, циркулирующая по кровеносным сосудам вместе с лимфой и межтканевой жидкостью, составляет внутреннюю среду организма человека.

Через кровь осуществляются следующие функции:

- 1) уравнивание физико-химических процессов во внутренней среде организма, транспорт различных веществ, необходимых для роста и развития систем организма;
- 2) защитная функция, способствующая повышению сопротивляемости инфекциям и кровотечениям;
- 3) дыхательная функция – транспорт газов: кислорода и углекислого газа, между альвеолами легких и тканями.

Основой срочной адаптации системы крови являются увеличение объема циркулирующей крови и следующие за ним сдвиги в количестве ферментных элементов крови. Долгосрочная адаптация связывается с усилением кроветворной функции костного мозга под воздействием физической нагрузки.

Под влиянием спортивной тренировки в организме развивается комплекс структурно-функциональных изменений, направленных на оптимизацию функционирования регуляторных систем кровообращения. Так, объектом оптимизации минутного объема кровообращения у спортсменов является увеличение ударного объема крови при физической нагрузке. Оптимизируются естественные рефлекторные реакции, управляющие тонусом артериальных сосудов, это благоприятно влияет на организм спортсменов.

К центральной нервной системе (ЦНС) относятся головной мозг и спинной мозг. Центральная нервная система регулирует все про-

цессы, происходящие в организме, обеспечивая индивидуальное приспособление его к изменяющимся условиям существования; воспринимает действие на организм разнообразных раздражителей, производит анализ и синтез раздражений, а затем формирует поток нервных центробежных импульсов, под влиянием которых изменяется работа тех или иных органов.

Одним из механизмов деятельности ЦНС является рефлекс. Рефлексом называют реакцию организма на раздражение рецепторов при изменении внешней или внутренней среды, осуществляемую при участии ЦНС.

Одну из основных функций ЦНС в регуляции двигательной деятельности играет мозжечок. Оказывая влияние на все основные двигательные центры, мозжечок регулирует их активность, тем самым согласуя их работу. Кроме этого он играет определенную роль в процессе обучения новым движениям.

Тренировка приводит к увеличению буферных свойств ткани головного мозга, а также к увеличению потенциальных возможностей различных, и, в частности, окислительных, ферментных систем. В результате этого при интенсивной мышечной деятельности содержание богатых энергией фосфорных соединений в головном мозге более длительное время удерживается на достаточном уровне, что является весьма существенным для нормального функционирования ЦНС и отдаления момента наступления утомления.

В ходе тренировки организм подвергается различным воздействиям внешней среды и реагирует на раздражители при ведущем участии ЦНС. Деятельность нервной системы перестраивается в результате мощного потока нервных импульсов, возникающего при раздражении, в первую очередь двигательного, а также зрительного, слухового, вестибулярного и других анализаторов. В этой перестройке, направленной на совершенствование мышечной деятельности, участвуют различные отделы ЦНС. В ходе формирования ответных реакций на различные раздражители в ЦНС на основе образования условных рефлексов налаживается взаимосвязь между двигательными и вегетативными функциями.

В ходе работы ЦНС тренированного человека обеспечивает осуществление более быстрых и совершенных приспособительных реакций, направленных как на сохранение, так и на повышение работоспособности.

Важнейшим показателем тренированности в деятельности ЦНС является рост подвижности, уравновешенности, а также концентрации, как в пространстве, так и во времени, возбудительных

и тормозных процессов. Все это создает условия для координированной работы ЦНС, а также всего нервно-мышечного аппарата.

При достижении высокой тренированности пластичность коры больших полушарий значительно развивается, что обуславливает возможность относительно более быстрого усвоения новых двигательных навыков и формирование тонких дифференцировок при осуществлении старых.

Все изменения деятельности организма координируются и регулируются центральной нервной системой. В нее поступает информация о событиях, происходящих как внутри организма, так и во внешней среде. На основании этой информации вырабатываются «приказы» тканям, органам и системам о необходимых перестройках в их деятельности. Эти «приказы» передаются двумя способами: 1) в виде нервных импульсов, идущих к органам-исполнителям и тканям по нервным волокнам; 2) путем изменения активности желез внутренней секреции.

Железами внутренней секреции или эндокринными железами являются:

- 1) эпифиз, или верхний придаток мозга, или шишковидная железа;
- 2) гипофиз, или нижний придаток мозга, который состоит из задней доли (нейрогипофиза), промежуточной доли и из передней доли (аденогипофиза);
- 3) вилочковая железа, или тимус;
- 4) щитовидная и паращитовидные железы;
- 6) поджелудочная железа, или панкреас;
- 7) надпочечники, которые состоят из мозгового и коркового слоев;
- 8) половые железы;
- 9) эндокриноактивная ткань почек.

Железы внутренней секреции участвуют в процессах развития и роста организма, в мобилизации его сил, в регуляции обменных процессов, обеспечивающих восстановление энергетических ресурсов, обновление тканевых элементов и развитие организма.

Эндокринные железы не имеют протоков, образованные ими продукты – гормоны – поступают непосредственно в кровь, протекающую через железу.

Характерной чертой гормонов является их высокая биологическая активность и специфичность действия.

Почти все расстройства в деятельности эндокринных желез вызывают понижение общей работоспособности.

Одним из факторов, определяющих успешность выступления спортсмена на соревнованиях, является способность мобилизовать свои силы для спортивной борьбы. Такая мобилизация требует быстрых перестроек на уровне вегетативных функций, в обмене веществ. При этом необходима не только быстрота, но и диапазон соответствующих изменений. Размах же приспособительных изменений может быть достаточным только при условии, если в их обеспечении участвуют железы внутренней секреции.

Воздействие тренировки на железы внутренней секреции заключается в следующем:

- увеличивается вес желез, активно функционирующих во время физических нагрузок, за исключением веса вилочковой железы, который уменьшается;

- снижается реакция желез на небольшие нагрузки;

- достигается возможность значительной мобилизации функции желез;

- становится возможным сохранение высокой функциональной активности железы в течение длительного периода.

Влияние гормонов на обменные процессы реализуется: а) путем изменения активности ферментов; б) путем изменения проницаемости клеточных мембран.

В процессе быстрой мобилизации органов кровообращения, дыхания и обмена веществ до нагрузки и в начале ее основная роль принадлежит симпатической нервной системе.

При выполнении физических упражнений всегда одновременно функционирует целый ряд анализаторов. В результате между ними по механизму условного рефлекса складываются определенные взаимоотношения, имеющие особый характер при каждой новой комбинации комплекса раздражителей. Субъективно это воспринимается в виде особых ощущений, носящих специализированный характер.

В результате систематической физической тренировки функции многих анализаторов улучшаются. Это выражается при некоторых видах движений в снижении порогов проприоцептивной чувствительности в соответствующих органах и звеньях тела.

В поперечно-полосатых мышцах имеются особого рода рецепторы – мышечные веретена. Они воспринимают изменения формы и напряжения мышцы, развивающиеся при активном и пассивном ее сокращении. Такие же веретена можно обнаружить в фасциях и сухожилиях. Эти воспринимающие приборы мышц и сухожилий объединяются под общим названием проприорецепторов.

Одной из задач учебно-тренировочного процесса должна быть тренировка этих проприорецепторов на выработку чувства татами, кимоно, противника и т.д.

Функция иммунной системы состоит в том, чтобы поддерживать постоянство внутренней среды организма – гомеостаза, что весьма существенно для состояния здоровья дзюдоистов.

Систематические занятия спортом укрепляют адаптационные механизмы. Положительное действие умеренных физических нагрузок определяется через влияние на иммунитет, увеличивая выделения сальных желез, содержащих насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, обладающие бактерицидным действием; повышается активность лизоцима слюны, защищая организм от респираторных инфекций; повышается фагоцитарная активность клеток крови.

Физические упражнения способствуют повышению устойчивости к перегреванию и охлаждению организма, пониженному атмосферному давлению, ионизирующим излучениям.

При интенсивных физических нагрузках у спортсменов неспецифическая гуморальная защита подавляется. У спортсменов высшей квалификации отмечается прямая зависимость между уровнем снижения иммунитета и интенсивностью тренировочного процесса. Спортивная тренировка с пульсовой стоимостью работы до 160 уд./мин ведет к активации иммунитета. Режимы с большей интенсивностью закономерно ухудшают иммунитет и неспецифическую сопротивляемость. Необходимо выделить индивидуально для каждого спортсмена тех уровней нагрузок, при которых фактор риска заболеваемости становится близким к 100%. Причем изменения иммунологического статуса организма под влиянием сезонных биоритмов не выходят за границы нормальных величин.

В тренировках на выносливость наблюдается более резкое снижение фагоцитарной реакции крови, чем при тренировках на развитие скоростных качеств.

Достижение пика спортивной формы, связанное с максимальным напряжением и мобилизацией всех систем организма, сопровождается не только максимальной адаптацией к мышечной работе, но и снижением сопротивляемости организма и возникновением заболеваний воспалительного характера. Поэтому спортсмены в этот момент должны быть предельно внимательны к своему здоровью.

Таким образом, в дзюдо при проведении технических приемов – захватов и бросков – приходится преодолевать вес тела противни-

ка и его противодействие. Для этого нужны быстрота и ловкость, а также большая «взрывная» сила. Такая скоростно-силовая деятельность отличается чрезвычайной вариабельностью во времени и зависимости от действий противника. Способность в течение всей схватки поддерживать высокий уровень техники и значительную скоростно-силовую активность приемов характеризует специальную работоспособность борцов. При задержке дыхания выполняемые движения наиболее точны, а предельные усилия максимальны. В отдельных случаях при мышечной работе упражнения, проводимые с задержкой дыхания и с облигатным (минимальным) уровнем вентиляции легких, способствуют повышению функционального уровня внешнего дыхания.

Между интенсивностью работы и газообменом существует линейная зависимость. Поэтому, не отрицая важности всех функциональных систем организма при увеличении работоспособности, можно утверждать, что главная принадлежит кислородтранспортной.

1.2. Газотранспортная система организма спортсменов

Дыхание является одной из жизненно важных функций организма, направленной на поддержание оптимального уровня окислительно-восстановительных процессов в клетках. Дыхание – сложный биологический процесс, который обеспечивает доставку кислорода тканям, использование его клетками в процессе метаболизма и удаление образовавшегося углекислого газа.

Дыхательный аппарат человека состоит из двух систем: воздухоносной и кровеносной. Дыхательные пути начинаются носовой полостью, далее следует глотка, гортань, трахея, бронхи (основные и более мелкие) и, наконец, легочная ткань, состоящая из альвеол, где происходит газовый обмен между атмосферным воздухом и кровью. Различают внешнее (легочное) и внутреннее (тканевое) дыхание. К внешнему дыханию относятся все процессы обмена газов между организмом и окружающей средой. К внутреннему дыханию относят процессы потребления кислорода клетками и образования в клетках угольной кислоты в результате окислительных процессов. К элементам костно-мышечной системы, связанным с дыханием, относятся ребра, межреберные мышцы, диафрагма и вспомогательные дыхательные мышцы.

Вдох и выдох осуществляются путем изменения объема грудной клетки, которое происходит за счет сокращения и расслабле-

ния дыхательных мышц – межреберных и диафрагмы. При вдохе легкие пассивно следуют за увеличением объема грудной клетки; при этом их дыхательная поверхность увеличивается, а давление в них уменьшается и становится ниже атмосферного. Это способствует поступлению воздуха в легкие и заполнению им расширившихся альвеол. Выдох осуществляется в результате уменьшения объема грудной клетки под действием дыхательных мышц. В начале фазы выдоха давление в легких становится выше атмосферного, что обеспечивает выход воздуха. При очень резком и интенсивном вдохе помимо дыхательных работают мышцы шеи и плеч, за счет этого ребра поднимаются значительно выше, и грудная полость увеличивается в объеме еще больше.

Ритмическая последовательность вдоха и выдоха, а также изменение характера дыхательных движений в зависимости от состояния организма регулируются дыхательным центром, который находится в продолговатом мозге и включает центр вдоха, ответственный за стимуляцию вдоха, и центр выдоха, стимулирующий выдох. Посылаемые дыхательным центром импульсы идут через спинной мозг и по выходящим из него диафрагмальным и грудным нервам управляют дыхательными мышцами. Бронхи и альвеолы иннервируются ветвями одного из черепно-мозговых нервов – блуждающего. Легкие работают с очень большим резервом: в состоянии покоя у человека используется лишь около 5% их поверхности, доступной для газообмена. Если функция легких или работа сердца не обеспечивает достаточной скорости легочного кровотока, то у человека возникает одышка.

Для развития спортивной работоспособности интересны дыхательные мышцы, сокращения которых изменяют объем грудной клетки. Мышцы, направляющиеся от головы, шеи, рук и некоторых верхних грудных и нижних шейных позвонков, а также наружные межреберные мышцы, соединяющие ребра, приподнимаются и увеличивают объем грудной клетки. Диафрагма – мышечно-сухожильная пластина, прикрепленная к позвонкам, ребрам и грудины, она отделяет грудную полость от брюшной. Это главная мышца, участвующая в нормальном вдохе. При усиленном вдохе сокращаются дополнительные группы мышц: прикрепленные между ребрами (внутренние межреберные), к ребрам и нижним грудным и верхним поясничным позвонкам, а также мышцы брюшной полости, которые опускают ребра и прижимают брюшные органы к расслабившейся диафрагме, уменьшая таким образом емкость грудной клетки.

Существуют два механизма, вызывающие изменение объема грудной клетки: поднятие и опускание ребер и движения купола диафрагмы. Дыхательные мышцы подразделяются на инспираторные и экспираторные.

Инспираторными мышцами являются диафрагма, наружные межреберные и межхрящевые мышцы. При спокойном дыхании объем грудной клетки изменяется в основном за счет сокращения диафрагмы и перемещения ее купола всего на 1 см, что соответствует увеличению емкости грудной полости примерно на 200–300 мл. При глубоком форсированном дыхании участвуют дополнительные мышцы вдоха: трапециевидные, передние лестничные и грудино-ключично-сосцевидные. Они включаются в активный процесс дыхания при больших величинах легочной вентиляции, при дыхательной недостаточности, когда в процесс дыхания вступают почти все мышцы туловища.

Экспираторными мышцами являются внутренние межреберные и мышцы брюшной стенки, или мышцы живота. Каждое ребро способно вращаться вокруг оси, проходящей через две точки подвижного соединения с телом и поперечным отростком соответствующего позвонка.

Верхние отделы грудной клетки на вдохе расширяются преимущественно в переднезаднем направлении, а нижние отделы больше расширяются в боковых направлениях, так как ось вращения нижних ребер занимает сагиттальное положение.

В фазу вдоха наружные межреберные мышцы, сокращаясь, поднимают ребра, а в фазу выдоха ребра опускаются, благодаря активности внутренних межреберных мышц.

При обычном спокойном дыхании выдох осуществляется пассивно, поскольку грудная клетка и легкие спадаются – стремятся занять после вдоха то положение, из которого они были выведены сокращением дыхательных мышц.

Дыхание может быть носовое и ротовое. Воздух, проходя через носовую полость, имеющую богатую сеть кровеносных сосудов, нагревается и увлажняется. Обилие мелких железок, вырабатывающих слизь, особое строение эпителиальных клеток слизистой оболочки способствуют задерживанию взвешенных в воздухе пылевых частиц.

Дыхание состоит из следующих основных этапов:

- внешнего дыхания, обеспечивающего газообмен между легкими и внешней средой;

- газообмена между альвеолярным воздухом и притекающей к легким венозной кровью;
- транспорта газов кровью;
- газообмена между артериальной кровью и тканями;
- тканевого дыхания.

Внешнее дыхание осуществляется циклически и состоит из фазы вдоха, выдоха и дыхательной паузы. У человека частота дыхательных движений в среднем равна 16–18 в одну минуту.

Все показатели, характеризующие состояние функции внешнего дыхания, условно можно разделить на четыре группы.

Первая группа – показатели, характеризующие легочные объемы и емкости.

Легочные объемы: дыхательный объем; резервный объем вдоха; резервный объем выдоха; остаточный объем (количество воздуха, остающееся в легких после максимально глубокого выдоха).

Емкости легких:

- общая емкость – количество воздуха, находящегося в легких после максимального вдоха;
- емкость вдоха – количество воздуха, соответствующее дыхательному объему и резервному объему вдоха;
- жизненная емкость легких, состоящая из дыхательного и резервного объемов вдоха и выдоха;
- функциональная остаточная емкость – количество воздуха, остающееся в легких после спокойного выдоха;
- остаточный воздух;
- резервный объем выдоха.

Вторая группа – показатели, характеризующие вентиляцию легких:

- частота дыхания;
- дыхательный объем;
- минутный объем дыхания;
- минутная альвеолярная вентиляция;
- максимальная вентиляция легких;
- резерв дыхания или коэффициент дыхательных резервов.

Третья группа – показатели, характеризующие состояние бронхиальной проходимости:

- форсированная жизненная емкость легких;
- максимальная объемная скорость дыхания во время вдоха и выдоха.

Четвертая группа – показатели, характеризующие эффективность легочного дыхания или газообмен:

- состав альвеолярного воздуха;
- поглощение кислорода и выделение углекислоты;
- газовый состав артериальной и венозной крови.

Транспорт газов кровью. Кислород и углекислый газ в свободном растворенном состоянии переносятся в незначительном количестве, основной объем этих газов транспортируется в связанном состоянии. Основным переносчиком кислорода является гемоглобин. С помощью гемоглобина транспортируется также до 20% углекислого газа (карбогемоглобин). Остальная часть углекислого газа переносится в виде бикарбонатов плазмы крови.

Внутреннее или тканевое дыхание также можно разделить на два этапа:

- обмен газов между кровью и тканями;
- потребление клетками кислорода и выделение углекислого газа.

Вентиляция легких определяется объемом воздуха, вдыхаемого или выдыхаемого в единицу времени. Количественной характеристикой легочной вентиляции является минутный объем дыхания (МОД) – объем воздуха, проходящего через легкие за одну минуту. В состоянии покоя МОД равен 6–9 л. При физической нагрузке его величина резко возрастает и составляет 25–30 л.

Так как газообмен между воздухом и кровью осуществляется в альвеолах, то важна не общая вентиляция легких, а вентиляция альвеол. Альвеолярная вентиляция меньше вентиляции легких на величину мертвого пространства. Если из величины дыхательного объема вычесть объем мертвого пространства, то получится объем воздуха, содержащегося в альвеолах. Если эту величину умножить на частоту дыхания, получится альвеолярная вентиляция. Эффективность альвеолярной вентиляции выше при более глубоком и редком дыхании, чем при частом и поверхностном.

Состав вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного воздуха. Атмосферный воздух, которым дышит человек, имеет относительно постоянный состав. В выдыхаемом воздухе меньше кислорода и больше углекислого газа, в альвеолярном воздухе еще меньше кислорода и больше углекислого газа.

Вдыхаемый воздух содержит 20,93% кислорода и 0,03% углекислого газа, выдыхаемый воздух – 16% кислорода, 4,5% углекислого газа; в альвеолярном воздухе содержится 14% кислорода и 5,5% углекислого газа. В выдыхаемом воздухе углекислого газа содержится меньше, чем в альвеолярном. Это связано с тем, что к выдыхаемому воздуху примешивается воздух мертвого простран-

ства с низким содержанием углекислого газа и его концентрация уменьшается.

Кислород и углекислый газ в крови находятся в двух состояниях: в химически связанном и в растворенном. Перенос кислорода из альвеолярного воздуха в кровь и углекислого газа из крови в альвеолярный воздух происходит путем диффузии. Движущей силой диффузии является разность парциального давления (напряжения) кислорода и углекислого газа в крови и в альвеолярном воздухе. Молекулы газа в силу диффузии переходят из области большего его парциального давления в область низкого парциального давления.

Транспорт кислорода. Из общего количества кислорода, который содержится в артериальной крови, только 0,3 об% растворено в плазме, остальное количество кислорода переносится эритроцитами, в которых он находится в химической связи с гемоглобином, образуя оксигемоглобин. Присоединение кислорода к гемоглобину (оксигенация гемоглобина) происходит без изменения валентности железа. Степень насыщения гемоглобина кислородом, т. е. образование оксигемоглобина, зависит от напряжения кислорода в крови. Когда напряжение кислорода в крови равно нулю, в крови находится только восстановленный гемоглобин. Повышение напряжения кислорода приводит к увеличению количества оксигемоглобина. Особенно быстро уровень оксигемоглобина возрастает (до 75%) при увеличении напряжения кислорода от 10 до 40 мм рт. ст., а при напряжении кислорода, равном 60 мм рт. ст., насыщение гемоглобина кислородом достигает 90%. При дальнейшем повышении напряжения кислорода насыщение гемоглобина кислородом идет очень медленно.

Насыщение гемоглобина кислородом изменяется в зависимости от многих факторов. Если концентрация O_2 повышается, то процесс идет к образованию оксигемоглобина и сдвига рН в щелочную сторону, что приводит к снижению напряжения углекислого газа.

При снижении насыщения гемоглобина кислородом процесс идет больше в сторону диссоциации оксигемоглобина, смещения рН в кислую сторону, что ведет к повышению парциального давления углекислого газа.

Максимальное количество кислорода, которое может связать кровь при полном насыщении гемоглобина кислородом, называется кислородной емкостью крови. Она зависит от содержания гемоглобина в крови. Один грамм гемоглобина способен присоеди-

нить 1,34 мл кислорода, следовательно, при содержании в крови 140 г/л гемоглобина кислородная емкость крови будет около 19 об%.

Транспорт углекислого газа. В растворенном состоянии транспортируется всего 2,5–3 об% углекислого газа, в соединении с гемоглобином – карбогемоглобин – 4–5 об% и в виде солей угольной кислоты – 48–51 об% при условии, если из венозной крови можно извлечь около 58 об% углекислого газа.

Углекислый газ быстро диффундирует из плазмы крови в эритроциты. Соединяясь с водой, он образует слабую угольную кислоту. В плазме эта реакция идет медленно, а в эритроцитах под влиянием фермента карбоангидразы она резко ускоряется. Угольная кислота сразу же диссоциирует на ионы H^+ и HCO_3^- . Значительная часть ионов HCO_3^- выходит обратно в плазму.

Клеточное дыхание. Основными процессами, обеспечивающими клетку энергией, являются аэробный и анаэробный этап дыхания.

С кровью кислород проникает в клетку, вернее в особые клеточные структуры – митохондрии. В митохондриях кислород вступает в многоступенчатую реакцию с различными питательными веществами – белками, углеводами, жирами и др. Этот процесс называется клеточным дыханием. В результате выделяется химическая энергия, которую клетка запасает в особом веществе – аденозинтрифосфорной кислоте, или АТФ. Это универсальный накопитель энергии, которую организм тратит на рост, движение, поддержание своей жизнедеятельности.

Клеточное дыхание – это окислительный, с участием кислорода, распад органических питательных веществ, сопровождающийся образованием химически активных метаболитов и освобождением энергии, которые используются клетками для процессов жизнедеятельности.

Кислородный этап дыхания. Продукты расщепления глюкозы попадают в митохондрию. Там от них сначала отщепляется молекула углекислого газа, который выводится из организма при выдохе, остальное окисление происходит в последовательной цепи реакций – так называемом цикле Кребса. Каждый из участвующих ферментов вступает в соединения, а после нескольких превращений вновь освобождается в первоначальном виде. В результате совершающихся в цикле Кребса реакций синтезируются дополнительные молекулы АТФ, отщепляются дополнительные молекулы углекислого газа и атомы водорода.

Жиры тоже участвуют в этой цепочке, но их расщепление требует времени, поэтому если энергия нужна срочно, то организм использует не жиры, а углеводы. Зато жиры – очень богатый источник энергии. Могут окисляться для энергетических нужд и белки, но лишь в крайнем случае, например при длительном голодании. Белки для клетки – неприкосновенный запас.

Анаэробный тип клеточного дыхания называется гликолиз. АТФ образуется не только в митохондриях, но и в цитоплазме клетки в результате гликолиза. Гликолиз не является мембранозависимым процессом, он происходит в цитоплазме.

Гликолиз – процесс расщепления глюкозы под действием различных ферментов, который не требует участия кислорода. Для распада и частичного окисления молекулы глюкозы необходимо согласованное протекание одиннадцати последовательных реакций. При гликолизе одна молекула глюкозы дает возможность синтезировать две молекулы АТФ. Продукты расщепления глюкозы могут затем вступать в реакцию, превращаясь в молочную кислоту.

Главный по эффективности процесс синтеза АТФ происходит при участии кислорода в многоступенчатой дыхательной цепи. Кислород способен окислять многие органические соединения и при этом выделять много энергии сразу. Но такое количество энергии для организма было бы губительно. Роль дыхательной цепи и всего аэробного, т.е. связанного с кислородом, дыхания состоит именно в том, чтобы организм обеспечивался энергией непрерывно и небольшими порциями – в той мере, в какой это нужно организму. Дыхательная цепь в совокупности с циклом Кребса и гликолизом позволяет довести количество АТФ с каждой молекулы глюкозы до 38. При гликолизе это соотношение было лишь 2:1. Таким образом, коэффициент полезного действия аэробного дыхания намного больше.

1.3. Физиологические функции газотранспортной системы организма при различных видах физической нагрузки

Борьба дзюдо характеризуется нестандартными ациклическими движениями переменной интенсивности, связанными с использованием больших мышечных усилий при активном противодействии противнику.

В ходе тренировочных занятий и соревновательных схваток происходят изменения в функциях газотранспортной системы.

При борьбе очень большой расход энергии, за 1 мин он достигает в среднем 10–12 ккал и более.

Частота дыхания во время борьбы достигает 40–50 раз в 1 мин. При этом ритм дыхания непостоянен: в моменты статических напряжений оно реже, а после схваток – чаще. Хорошо тренированные борцы могут регулировать дыхание. Общий кислородный запрос у борцов составляет около 16–37 л, потребление кислорода – 1,8–2 л/мин. После схватки наблюдается кислородный долг, равный 25–43% кислородного запроса. При борьбе возникает ряд положений тела, уменьшающих вентиляционные возможности легких, что ограничивает потребление кислорода.

У борцов наряду с развитием анаэробных возможностей большое значение имеет и повышение максимального потребления кислорода (МПК). Так, у квалифицированных спортсменов оно достигает 4,1–4,6 л/мин или 57 мл/мин/кг.

Кислородная потребность при борьбе может быть различной. Ее величина зависит от интенсивности работы. В связи с наличием статических напряжений во время схватки образуется кислородный долг, который может достигать значительных величин.

Кровообращение. В состоянии покоя частота сердечбиений у борцов равна в среднем 60–65 уд./мин. После схваток, в зависимости от их длительности и интенсивности, частота сердечбиений оказывается увеличенной до 170–200 уд./мин. Артериальное давление при этом повышенное – до 160–180 мм рт. ст. Борьба характеризуется повторными и относительно длительными натуживаниями. Это повышает требования к деятельности сердца и ведет к гипертрофии миокарда.

У квалифицированных борцов поперечник сердца составляет в среднем 13 см, объем – 719–1248 см³ в зависимости от веса и роста спортсмена. Относительный объем сердца у борцов равен в среднем 69 см³/кг, у не занимающихся спортом – 50 см³/кг.

Площадь сердца у борцов, как правило, превышает стандартные величины. Отмечается гипертрофия правого желудочка, задней стенки левого желудочка и межжелудочковой перегородки.

После тренировочных и соревновательных схваток отмечается увеличение в крови эритроцитов и гемоглобина. Количество лейкоцитов также увеличено. В связи с большим эмоциональным возбуждением борьба сопровождается значительным повышением уровня катехоламина и сахара в крови (до 150–180 мг%). Увеличено и содержание молочной кислоты (до 130 мг% и больше).

Мощность работы во время соревновательной схватки может быть оценена как субмаксимальная.

После интенсивной схватки увеличение ударного выброса происходит не за счет мобилизации роста остаточного диастолического объема крови, а в результате повышения сократительной функции миокарда.

При увеличении объема общих или специальных упражнений, выполняемых в основном в аэробном режиме, мобилизуются механизмы циркуляторной производительности, и наблюдается увеличение конечного диастолического объема сердца.

Как показывают результаты проведенных исследований, в большинстве случаев ведущую роль в проявлениях работоспособности спортсменов играют факторы энергетического обмена. Поддержание высокого уровня функциональной активности в процессе мышечной работы связано с необходимостью постоянных затрат энергии, преобразуемой в ходе метаболических процессов. В наиболее простом случае применительно к явлениям, совершающимся на клеточном уровне или в отдельных органах (например, в изолированной мышце с сохраненным кровотоком, принудительно возбуждаемой к сокращениям вплоть до возникновения ригидного состояния), выносливость определяется общими запасами энергетических веществ и скоростью их расходования в процессе функциональной активности. Преобразование энергии в процессе мышечной деятельности осуществляется за счет метаболических превращений трех видов: два из них происходят анаэробным путем, т.е. без участия кислорода, а третий является аэробным процессом, идущим с поглощением кислорода из атмосферы.

Каждый из отмеченных выше биоэнергетических процессов обладает своими кинетическими характеристиками, и поэтому по-разному проявляется в различных видах мышечной работы. В отдельных упражнениях, с предельной длительностью более 3 мин, наибольшее значение в энергетике работы имеет аэробный процесс, в более кратковременных упражнениях основная роль принадлежит анаэробным метаболическим превращениям, т.е. алактатному и гликолитическому процессам.

Метаболическая активность аэробного и анаэробных процессов преобразования энергии может быть количественно охарактеризована с помощью критериев трех типов:

1) критериев мощности, отражающих изменения скорости освобождения энергии в метаболических процессах;

2) критериев емкости, в которых отражаются размеры доступных для использования запасов энергетических веществ или объем произошедших во время работы метаболических изменений;

3) критериев эффективности, определяющих в какой степени энергия, высвобождаемая в метаболических процессах, используется для выполнения специфической мышечной работы.

В соответствии с наличием у человека трех различных метаболических источников энергии принято выделять три составляющих компонента выносливости (алактатный, гликолитический и аэробный), каждый из которых может быть охарактеризован по показателям мощности, емкости и эффективности.

Роль отдельных компонентов в общих проявлениях выносливости претерпевает закономерные изменения в зависимости от мощности и предельного времени выполнения упражнения.

В кратковременных упражнениях максимальной мощности проявления выносливости носят преимущественно анаэробный характер с примерно равным представительством алактатного и гликолитического компонентов. Так, наибольшая скорость энергопродукции, соответствующая максимальной мощности алактатного анаэробного процесса, достигается в упражнениях продолжительностью около 5 с и составляет у высококвалифицированных спортсменов около 3600 Дж/кг/мин. Максимальное усиление энергопродукции в гликолитическом анаэробном процессе приходится на упражнения, предельная длительность которых составляет около 30 с и соответствует 2400 Дж/кг/мин. В умеренных упражнениях, где уровень общих затрат энергии не превышает значений максимального усиления скорости аэробного образования энергии, выносливость представлена преимущественно в виде ее аэробного компонента. Максимальная мощность аэробного процесса достигается в упражнениях, предельная продолжительность которых составляет 2–7 мин, и равна 1200 Дж/кг/мин (при среднем значении МПК 60 мл/кг/мин).

Аэробный процесс по своей энергетической емкости во много раз превышает алактатный и гликолитический анаэробные процессы. Субстратные фонды для митохондриального окисления в работающих мышцах включают не только внутримышечные запасы углеводов и жиров, но и глюкозу, жирные кислоты и глицерин крови, запасы гликогена в печени и в неработающих мышцах, а также резервные жиры различных тканей организма. Если оценивать емкость биоэнергетических процессов по продолжительности работы, в течение которой может поддерживаться максимальная скорость энер-

гопродукции в данном процессе, то емкость аэробного процесса окажется в 10 раз больше, чем емкость анаэробного гликолиза, и в 100 раз больше, чем емкость алактатного анаэробного процесса.

С увеличением мощности упражнения выше критического уровня, соответствующего максимальному потреблению кислорода, роль аэробного компонента выносливости постепенно уменьшается и в такой же степени возрастает значение анаэробных компонентов.

Аэробный компонент выносливости или, другими словами, аэробная выносливость отражает совместную деятельность всех систем организма, ответственных за поступление, транспорт и утилизацию кислорода во время мышечной деятельности. Она определяет способность к выполнению работы за счет высвобождения энергии АТФ, образованной аэробным путем. Этот вид энергообеспечения мышечной деятельности имеет наибольшее значение как при длительных упражнениях невысокой интенсивности, так и в паузах отдыха между высокоинтенсивными кратковременными нагрузками, способствуя быстрому восстановлению нарушенного равновесия функциональных систем организма.

В системе аэробного обеспечения двигательной деятельности человека принято выделять три этапа.

1. *Поступление кислорода в организм путем газообмена в легких.*

Скорость потребления O_2 здесь зависит от:

- размеров общей и альвеолярной вентиляции легких;
- величины pO_2 в альвеолярном воздухе;
- размеров диффузной способности легких;
- величины и характера распределения кровотока в легких;
- температуры и pH крови, поступающей в легочные капилляры, а также от скорости связывания O_2 с гемоглобином крови в легочных капиллярах.

2. *Транспорт O_2 к работающим тканям.*

Этот этап включает в себя следующие лимитирующие звенья:

- а) общую кислородную емкость крови;
- б) циркуляторную производительность сердца;
- в) особенности распределения и скорость кровотока в отдельных органах и тканях;
- г) совершенство деятельности регуляторных механизмов периферического кровоснабжения во время работы.

3. *Утилизация CO_2 в тканях.*

Наиболее важными звеньями, определяющими общее количество O_2 , используемого для покрытия тканевых потребностей, на этом этапе являются:

а) мощность ферментов тканевого дыхания, которая зависит от структуры митохондриального комплекса и особенностей метаболических регуляций аэробных превращений в клетках;

б) наличие легко мобилизуемых субстратов окисления и их общие запасы в работающих мышцах;

в) размеры депонирования O_2 в миоглобине мышц;

г) кинетические особенности передачи O_2 в системе гемоглобин крови – миоглобин мышц.

С учетом этих факторов состояние тренированности и высокий уровень спортивных достижений может быть охарактеризован тремя основными показателями:

1) величиной максимального потребления кислорода ($\max VO_2$);

2) уровнем анаэробного (лактатного) порога (ПАНО);

3) экономичностью движений.

Первые два показателя имеют чисто физиологическое значение и при правильном и целенаправленном построении тренировочного процесса обнаруживают выраженное увеличение. Экономичность движений чаще всего является врожденным качеством и настолько гармонична с точки зрения биомеханики, что позволяет спортсмену, даже с менее высокими функциональными показателями, демонстрировать отличные спортивные результаты. Экономичность движений определяется, в частности, скоростью сокращения и расслабления скелетной мускулатуры, быстротой проведения нервного возбуждения к мышцам и т.д.

Наиболее интегративным показателем развития аэробных возможностей спортсмена служит величина максимального потребления O_2 , достигаемого в процессе выполнения работы. Будучи зависимым от целого ряда факторов функциональной дееспособности, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, от объема и состава крови, и особенностей утилизации O_2 в тканях, этот показатель отражает состояние работоспособности организма на системном уровне. В видах деятельности, связанных с проявлением выносливости, физическая работоспособность растет вместе с увеличением аэробных возможностей. Это достигается путем направленной физической подготовки, которая ведет к существенной перестройке в деятельности ведущих функциональных систем организма, выражающейся в повышении производительности сердечно-сосудистой системы, расширении капиллярной сети работающих мышц, повышении производительности системы дыхания и т.п.

Чем выше величина максимально возможной скорости потребления кислорода, тем большую мощность работы может выпол-

нить спортсмен в аэробных условиях. Чем длительнее по времени эта работа, тем в большей степени сказывается влияние со стороны максимального потребления O_2 на спортивный результат.

Как известно, на величину максимального потребления кислорода оказывает влияние целый ряд факторов: физическая подготовленность, пол, возраст, вес, вид и характер упражнения, степень вовлеченности мускулатуры в двигательную активность, а также условия окружающей среды.

Уровень выносливости спортсмена при выполнении работы аэробного характера во многом определяется уровнем его физической подготовленности. Как показали проведенные исследования, нетренированные лица способны в течение 30 мин работать на уровне 70% от максимального потребления кислорода (3,2 л/мин), в то время как высокотренированные спортсмены способны работать на уровне 70% от максимального потребления кислорода (6 л/мин) в течение более 2 часов.

Другим критерием общей выносливости является аэробная емкость, которая рассматривается как способность удерживать максимально долгое время состояние, при котором возможно поддерживать околопредельный уровень потребления кислорода. В качестве показателя емкости используют время удержания критической мощности (мощности, при которой достигается максимальное потребление кислорода), или суммарное количество кислорода, поглощаемое за это время. По данным Н.И. Волкова [68], наибольшие показатели аэробной емкости, наблюдаемые у лыжников-гонщиков, у велогонщиков, бегунов на длинные дистанции, ходоков составляют около 1,5 л/кг. Это значит, что спортсмены указанных специализаций могли поддерживать работоспособность на уровне максимального потребления кислорода до 20 мин и более.

Другим показателем аэробного механизма энергообеспечения является его подвижность (эффективность). Под этим понятием подразумевается время выхода организма на уровень максимального потребления кислорода. У более подготовленных спортсменов оно равно 2,5–3 мин, в то время как спортсмены низкой квалификации достигают максимального потребления кислорода только к 5–6 мин работы. Эта способность позволяет избегать излишнего анаэробиза в начальном периоде работы, быстрее выходить на уровень устойчивого состояния и, в конечном итоге, демонстрировать более высокую работоспособность.

Величина $\max VO_2$ характеризует суммарную мощность аэробных систем энергообеспечения во время максимальной физической

кой нагрузки. Такой нагрузке соответствует максимальное значение ЧСС. Поэтому имеется четкая взаимосвязь между величиной максимального потребления кислорода и максимумом ЧСС. Учитывая высокую информативность и доступность в технике измерений показателя ЧСС, следует подробнее остановиться на вопросе о его физиологической значимости.

Как уже отмечалось, большинство экспериментальных исследований, выполненных на спортсменах, показывают, что основной причиной, ограничивающей размеры аэробной работоспособности, является фактор сердечной производительности. Установлено, что минутный объем (МО) сердца увеличивается линейно с ростом уровня потребления O_2 или мощности выполняемого упражнения. В опытах Митчелла с сотр. [196] десятикратному увеличению O_2 -потребления от уровня покоя до максимума O_2 -потребления соответствовало четырехкратное возрастание минутного объема. Браун и Пирсон рассчитали, что на каждые 10% увеличения O_2 -потребления приходится 7,07% прироста в показателе сердечной производительности.

Наиболее высокие величины сердечной производительности наблюдаются при достижении уровня максимума O_2 -потребления. Увеличение тяжести работы выше этого уровня ведет к падению сердечной производительности и соответствующему снижению уровня потребления O_2 .

Частота пульса, так же как и величина минутного объема сердца, обнаруживает линейное увеличение с ростом мощности выполняемого упражнения. В момент достижения максимума аэробной производительности частота пульса устанавливается обычно в пределах от 170 до 190 уд./мин со средним значением 180 уд./мин. Дальнейшее повышение ЧСС является малоэффективным, так как при этом уменьшается ударный и минутный объемы сердца. Интересно, что ЧСС на уровне максимального потребления кислорода не обнаруживает каких-либо специфических различий в зависимости от типа выполняемой работы или тренированности испытуемых. С увеличением мощности работы выше уровня, который соответствует максимуму аэробной производительности, ЧСС все еще продолжает возрастать.

Такие производные ЧСС, как общая пульсовая стоимость работы (пульсовая стоимость + пульсовая сумма восстановления) и составляющие ее части, находятся в определенной зависимости от мощности выполняемого упражнения и уровня O_2 -потребления при выполнении упражнения.

Ударный объем сердца (УО) – другой компонент сердечной производительности растет асимптотически в ответ на увеличение мощности выполняемой нагрузки, достигая максимальных величин при ЧСС около 130 уд./мин. В диапазоне от 130 до 170 уд./мин УО сердца остается неизменным, но он понижается при более высоких значениях ЧСС. Это уменьшение УО зависит от ухудшения коронарного кровообращения из-за изменившихся условий механической работы сердца.

Непосредственно во время работы МО сердца при максимальном мышечном усилии может увеличиваться в пять раз. При этом ЧСС увеличивается в 2–3 раза, а УО возрастает с 60–80 до 150 мл.

Заслуживает специального рассмотрения еще один метаболический критерий выносливости, получивший за последние годы достаточно широкое применение в физиологии мышечной деятельности – так называемый анаэробный порог. Определение анаэробного порога заключается в нахождении таких «критических» значений мощности, выше которых энергетический запрос уже не может быть обеспечен только аэробным путем. При повышении интенсивности нагрузки выше анаэробного порога усиление гликолитического распада углеводов в тканях сопровождается образованием молочной кислоты. Включение анаэробных источников может быть установлено по увеличению лактата в крови выше некоторого базового уровня, составляющего около 4 мМоль/л. Показатель конкретного уровня мощности, при котором начинает включаться анаэробный механизм с образованием лактата, имеет значение как для экспериментальных, так и для практических целей.

Термин «анаэробный порог» впервые предложил В. Хольманн [337]. Однако достаточно широкое распространение определения анаэробного порога (ПАНО) получили лишь после известных работ К. Вассермана [8]. В соответствии с начальными представлениями, под ПАНО следует понимать «интенсивность нагрузки, выше которой у спортсменов развивается метаболический ацидоз». При этом считалось, что начало метаболического ацидоза можно определить по началу резкого, крутого изменения (излома) целого ряда физиологических кривых на графике зависимости этих показателей от мощности мышечной работы. К числу таких показателей ПАНО относят обычно изменения в концентрации лактата, сдвиг pH, или изменения содержания буферных оснований в крови, а также изменения уровня легочной вентиляции, значения дыхательного коэффициента, и уровня «неметаболического излишка CO_2 ».

В ряде исследований показано, что показатель анаэробного порога обнаруживает существенные различия в зависимости от характера физической деятельности. Так, анаэробный порог в условиях различных тестирующих эргометрических нагрузок находился при работе на велоэргометре на уровне 43% от $\max\text{VO}_2$, в беге на тредбане – на уровне 50%, в степ-тесте – на уровне 64%. Анаэробный порог при ручном педалировании на велоэргометре локализуется на уровне 46% от $\max\text{VO}_2$, при педалировании ногами – на уровне 64%, а в беге на тредбане – на уровне 58%.

Получаемая при определении ПАНО физиологическая информация имеет значение для решения диагностических и прогностических задач в спортивной практике. Так, спортивный результат в беге на марафонскую дистанцию обнаруживает тесную корреляционную зависимость от индивидуальной величины анаэробного порога ($r = 0,98$), причем даже более тесную, чем с показателем $\max\text{VO}_2$. Кроме того, было показано, что тренировка «на выносливость» ведет к увеличению как максимального потребления O_2 , так и порога анаэробного обмена. Однако, если $\max\text{VO}_2$ при этом увеличивается в среднем на 25%, то ПАНО – на 44%. У нетренированных людей значения анаэробного порога соответствуют уровню потребления O_2 около 50–60% от величины $\max\text{VO}_2$, а у бегунов на длинные дистанции – значению 70–80% от величины $\max\text{VO}_2$.

Есть все основания полагать, что важным фактором, определяющим уровень анаэробного порога, является степень привычности к конкретной физической деятельности. Этот фактор может быть поставлен в прямую зависимость от развития адаптации в процессе тренировки. Он подтверждает то, что анаэробный порог отражает уровень функциональных возможностей в конкретной физической деятельности.

Помимо ограничения аэробных возможностей со стороны производительности сердечно-сосудистой системы, эти функциональные свойства человеческого организма лимитируются также способностью к утилизации кислорода митохондриями скелетных мышц. Эта способность исчерпывается еще до того, как достигаются предельные возможности системы кровообращения.

Аэробная производительность поддается заметному развитию в процессе тренировки. Этому способствуют различные тренировочные программы, реализация которых связана с проявлением качества выносливости. Вместе с тем имеются сведения о том, что уровень аэробной производительности в значительной степени зависит также и от генетических факторов.

При напряженной мышечной деятельности скорость расщепления АТФ в работающих мышцах заметно превышает возможности ее оксидативного ресинтеза, и анаэробный гликолиз частично возмещает этот дефицит АТФ, который не может быть ликвидирован оксидативным путем. Анаэробный гликолиз обуславливает образование кислородного долга и ведет к накоплению молочной кислоты в работающих мышцах, что снижает рН тканей и крови и ограничивает продолжительность работы. При дальнейшем увеличении интенсивности работы необходимый уровень ресинтеза АТФ обеспечивается за счет креатинфосфокиназной реакции.

По мнению ряда авторов, усиление ресинтеза АТФ за счет креатинфосфатного и гликолитического механизмов всецело зависит от скорости использования КрФ при работе. В этой связи следует отметить, что полностью потребности в ресинтезе АТФ за счет КрФ-системы удовлетворяются только в первые 2–3 с упражнения максимальной мощности.

В большинстве случаев преимущественное использование КрФ-механизма в анаэробном ресинтезе АТФ происходит в течение первых 10 с при условии выполнения физических упражнений высокой интенсивности. Уменьшение количества энергии, производимой за счет КрФ при работе максимальной мощности, носит линейный характер.

Как свидетельствуют результаты многих исследований, использование анаэробных процессов в качестве источников энергии при мышечной деятельности зависит от нескольких факторов:

- мощности анаэробных метаболических систем в тканях;
- общих запасов в мышцах энергетических веществ, служащих субстратами для анаэробных превращений;
- степени совершенства компенсаторных механизмов, ответственных за поддержание гомеостаза во внутренней среде организма при напряженной мышечной деятельности;
- уровня развития адаптационных приспособлений в организме, позволяющих выполнять мышечную работу в условиях выраженной гипоксии.

В последней группе функциональных свойств большое значение имеет психологическое состояние человека и его мотивация, от которой зависит способность сопротивляться утомлению, преодолевать возникающие болезненные ощущения и продолжать работу до полного отказа.

Анаэробные возможности организма наиболее полно отражаются в показателе максимального кислородного долга ($\max\text{O}_2$ -долг),

состоящего из алактатной (быстрой) и лактатной (медленной) фракций.

Креатинфосфатные анаэробные возможности оцениваются по величине быстрой фракции O_2 -долга, которая, однако, характеризует лишь общую емкость креатинфосфатного источника, но не отражает его мощность. Следовательно, этот показатель связан не столько со способностью к усилиям максимальной мощности, сколько с общей величиной работы, которая может быть выполнена при максимальном усилии.

Величина максимального кислородного долга характеризует способность к выполнению анаэробных мышечных нагрузок. Она зависит от емкости анаэробных энергоисточников, которая у спортсменов может достигать 1 ккал/кг массы тела.

В кинетике оплаты O_2 -долга, образовавшегося при мышечной работе, выделяются три фазы.

В первые несколько секунд после окончания нагрузки погашается та часть O_2 -долга, которая образовалась за счет уменьшения запасов кислорода в мышцах и крови. В мышцах кислород находится в связанном состоянии с миоглобином, и при напряженной физической работе его содержание может снижаться на 0,3–0,5 л. Вместе с кислородом, который необходим для восстановления нормального содержания O_2 в венозной крови и тканевой жидкости, миоглобиновая фракция O_2 -долга обычно не превышает 0,5–1,0 л.

В течение первых 3–5 мин после окончания нагрузки происходит восстановление в мышцах запасов фосфагенов – аденозинтрифосфата и креатинфосфата. Потребность в кислороде на осуществление этих процессов обычно не превышает 1–2 л у нетренированных людей и 3–4 л у спортсменов. Величину фосфагеновой фракции O_2 -долга в методическом отношении трудно отделить от миоглобиновой. Поэтому на практике обе эти фракции относят к, так называемой, быстрой компоненте O_2 -долга или алактатному O_2 -долгу. По величине алактатного O_2 -долга обычно судят о спринтерских способностях исследуемого. У начинающих спортсменов максимальные значения алактатного O_2 -долга в среднем составляют 20–25 мл/кг, а у квалифицированных спринтеров – в 2–3 раза больше.

Самую большую роль в образовании максимального O_2 -долга играет его медленная (лактатная) фракция. Своим образованием она обязана в основном устранению молочной кислоты, появившейся в процессе напряженной работы мышц. Некоторая часть

O_2 -долга идет на оплату повышенного энергетического обмена кардиореспираторной системы в период восстановления. И наконец, в связи с увеличением содержания в крови катехоламинов, а также в связи с ростом температуры тела (часто до 39–40°) при мышечной работе повышенный расход кислорода наблюдается не только во время, но и после ее окончания, что также влияет на величину O_2 -долга. Считают, что такое, не связанное непосредственно с устранением лактата, повышенное потребление O_2 составляет обычно не более 1–1,5 л за весь период восстановления. Однако эту величину практически невозможно ни определить с достаточной точностью, ни отдифференцировать от лактатного O_2 -долга, и поэтому расчеты его бывают обычно не вполне точными. Можно считать, что погрешность в определении индивидуальной величины O_2 -долга достигает у нетренированных лиц порядка 20–40%, а у спортсменов – 10–20%. Реальная величина этой ошибки у спортсменов будет не столь существенной, так как максимальный O_2 -долг у них превышает обычно 15–19 л, а иногда даже 20–25 л.

Наибольшие величины O_2 -долга были зарегистрированы у бегунов международного класса – 22,8 л. В исследованиях на борцах Л.А. Шепилов получал показатели максимального O_2 -долга, составляющие в среднем 10,4 л. Наибольшие величины O_2 -долга у представителей спортивных игр были получены на примере гандболистов высокой квалификации – от 17,6 до 20,9 л. Характер двигательной деятельности во многом определяет уровень проявления анаэробных качеств спортсмена.

У хорошо подготовленных физически людей размеры максимального O_2 -долга обычно составляют 5–6 л. Величины порядка 10–15 л достигают лишь спортсмены, прошедшие специальную подготовку в напряженной анаэробной работе. Показано также, что показатели O_2 -долга во многом зависят от веса тела испытуемых.

При систематической спортивной тренировке максимальный O_2 -долг может увеличиваться в два раза и более, достигая у отдельных спортсменов свыше 18–20 л, или 250–300 мл/кг. В течение одного года тренировки происходит изменение значений максимального O_2 -долга в пределах 10–20%.

Помимо биоэнергетических факторов в числе причин, лимитирующих анаэробную работоспособность спортсменов, рассматриваются также возраст, пол и генетические факторы. С возрастом увеличивается общая метаболизирующая масса тела, количество ключевых ферментов анаэробного обмена в скелетных мышцах,

а также активность и стабильность этих ферментов во время работы, повышаются запасы энергетических веществ в тканях, совершенствуется работа вегетативных систем. Все эти показатели обычно достигают максимума к 20–25 годам. Установлено, что максимальная анаэробная мощность (МАМ) у мужчин быстро увеличивается к 20 годам и сохраняется до 30-летнего возраста. У женщин этот показатель достигает своего максимума к 18 годам. Самые высокие значения максимума накопления молочной кислоты в крови у мужчин и женщин отмечаются к 22 годам и быстро снижаются после 30 лет. Показатели емкости и эффективности биоэнергетических процессов характеризует более медленный темп развития, своего максимума эти показатели (как у мужчин, так и у женщин) достигают к 25–30 годам и могут удерживаться до 40–45 лет.

В скелетных мышцах человека выявлено три вида анаэробных процессов, в ходе которых осуществляется ресинтез АТФ:

- 1) креатинфосфокиназная реакция;
- 2) миокиназная реакция;
- 3) анаэробный гликолиз.

Самым мощным и самым быстрым анаэробным путем ресинтеза АТФ является креатинфосфокиназная реакция.

Креатинфосфокиназная реакция легко включается в процесс ресинтеза АТФ и служит своеобразным буфером, предотвращающим резкое снижение концентрации АТФ в мышцах. Метаболическая емкость этой реакции невелика и определяется содержанием КрФ в мышце (0,02–0,06 моль на грамм мышечной ткани, или 0,5–1,5% от веса мышцы). Через 6–8 с работы максимальной интенсивности запасы креатинфосфата снижаются настолько, что эта реакция теряет свою доминирующую роль в качестве основного источника ресинтеза АТФ. Скорость этой реакции через 30 с после начала интенсивного упражнения составляет уже около 50% от ее максимального значения.

Как показано в работах Р. Маргариа [167], Н.И. Волкова [68,69] распад фосфогенов при мышечной работе пропорционален мощности выполняемого упражнения. Указанные авторы отмечают, что к 12–15 с напряженной мышечной работы запасы фосфогенов в работающих мышцах снижаются с 17,6 до 8,7 ммоль, вместе с этим снижается и мощность выполняемой работы.

Креатинфосфокиназная реакция имеет наибольшее значение в энергетическом обеспечении начальных этапов напряженной мышечной работы и при резких увеличениях мощности по ходу уп-

ражнения. Алактатный анаэробный механизм является основным в энергетическом обеспечении кратковременных упражнений максимальной интенсивности. Основное количество креатинфосфата возобновляется за 5–8 мин восстановления. Креатинфосфат, затраченный на старте продолжительной работы, может частично восстанавливаться по ходу ее выполнения.

Как известно, скелетные мышцы человека представляют собой смешанный пул волокон разного типа (быстрых и медленных, белых и красных). У борцов в икроножных мышцах более 60% от общего состава волокон приходится на долю быстро сокращающихся волокон. Эти волокна отличаются более высокой АТФ-азной активностью и способностью развивать мощность в четыре раза более высокую, чем в медленно сокращающихся волокнах. Следовательно, можно утверждать, что значение максимальной скорости отражает способность к развитию максимальной мощности в алактатном анаэробном процессе, где используется энергия расщепления макроэргических фосфатных соединений АТФ и креатинфосфата.

Заметное образование молочной кислоты в результате гликолитических реакций обнаруживается в скелетных мышцах только после того, как в ходе работы в значительной мере будут использованы наличные резервы креатинфосфата. Скорость образования молочной кислоты при работе максимальной мощности тем выше, чем больше процент быстро сокращающихся волокон в составе мышц, несущих основную нагрузку. При достижении определенных концентраций лактата и снижения внутриклеточного рН в мышцах обнаруживается падение АТФ-азной активности и снижение скорости ресинтеза АТФ в креатинфосфокиназной реакции.

Н.В. Яружным [305] было установлено, что при выполнении упражнений максимальной мощности начало быстрого накопления молочной кислоты в крови точно совпадает с моментом начала падения максимальной мощности выполняемого упражнения. Этим значением определяется алактатная анаэробная емкость, а относительная величина скорости развития утомления здесь будет отражать эффективность использования внутриклеточных запасов АТФ и креатинфосфата.

Следует заключить, что к числу наиболее важных факторов, определяющих результат в упражнениях максимальной интенсивности, прежде всего относятся высокий уровень развития мощности и силы специфических мышечных групп, а также тех биоэнергетических свойств организма, от которых в наибольшей степени

зависит проявление специальной выносливости, в частности алактатной и гликолитической анаэробной емкости. Важность анаэробного алактатного процесса в этой последовательности определяется тем фактом, что креатинфосфатный механизм, использующийся для быстрого ресинтеза АТФ, предоставляет необходимое время для развертывания более сложному гликолитическому процессу.

По мере истощения емкости алактатного анаэробного источника, который лимитируется внутримышечными запасами АТФ и КрФ, в действие вступает анаэробный гликолитический процесс. Гликолизом называется начальный этап расщепления углеводов, заканчивающийся образованием пирувиноградной (в аэробных условиях) или молочной (в анаэробных условиях) кислот. Гликолиз протекает в саркоплазме мышечных клеток, и его ключевыми ферментами являются гексокиназа и фосфоорилаза. Активаторами этих ферментов служат АДФ и неорганический фосфат, концентрация которых может увеличиваться при мышечной работе.

Следует отметить, что анаэробный гликолиз активируется не только при истощении запасов КрФ при нагрузках с высокой интенсивностью. Н. Schmidt и сопр. [327] обнаружили, что после 10-секундной нагрузки мощностью 110% $\max V_{O_2}$ возрастает содержание лактата и это указывает на то, что анаэробный гликолиз развивается сразу же с началом мышечных сокращений. Это подтверждают также исследования L. Jacobs, L. Voobis. Полученные в ходе исследований данные свидетельствуют о том, что активация анаэробного гликолиза и распад КрФ происходят практически одновременно. В итоге проведенных исследований установлено, что наиболее высокие скорости ресинтеза АТФ за счет КрФ и гликолиза при максимальных и около максимальных нагрузках проявляются в первые 10 с работы. Наибольшая мощность гликолиза достигается на 20–40 с от начала упражнения. Наблюдаемое быстрое снижение мощности выполняемой работы является результатом истощения внутримышечных резервов гликогена и накопления конечных продуктов анаэробного распада в тканях. При нагрузках продолжительностью до 30 с запасы КрФ истощаются между 10-й и 30-й с работы, а скорость гликолитического ресинтеза АТФ в первые 10 с работы составляет не более 50% от его максимума. В среднем скорость гликолитического образования АТФ при 30-секундных нагрузках высокой интенсивности в 3–4 раза выше, чем это может быть обеспечено за счет только одного КрФ-механизма. Средняя скорость ресинтеза АТФ при 60-секундной физической нагрузке намного ниже той, которая происходит при

30 с. При высокоинтенсивной физической нагрузке продолжительностью от 60 до 90 с оценить гликолитическую продукцию АТФ вполне возможно по количеству лактата, выделяемого из работающих мышц. Согласно данным J. Karlsson [317] суммарная продукция АТФ при интенсивной нагрузке составляет 60% от гликолиза, 33% от КрФ и 7% – от миофибриллярных запасов АТФ.

Мощность анаэробного гликолитического процесса, выраженная в кислородных эквивалентах, находится в пределах 75–90 мл O_2 /кг·мин, что приблизительно в 1,5–3 раза выше мощности аэробного процесса. У высококвалифицированных спортсменов этот показатель может быть значительно выше – до 200–300 мл O_2 /кг·мин.

Максимальная реализуемая емкость гликолиза составляет около 55–90 мл O_2 /кг. Емкость гликолиза обеспечивает поддержание заданной мощности упражнения в пределах от 20 с до 2 мин, и она более чем в 10 раз превышает емкость креатинфосфокиназной реакции. Емкость гликолиза определяется не только запасами гликогена в мышцах, но и величиной щелочных резервов крови, а также волевыми качествами спортсмена.

Энергетическая эффективность гликолиза невысокая и составляет около 35–42%. Это значит, что примерно половина всей выделяемой энергии превращается в тепло и не может быть использована при работе. В результате повышения при гликолизе скорости теплопродукции в работающих мышцах температура увеличивается до 41–42 °С.

Гликолитический механизм энергообразования лежит в основе развития скоростной и локальной мышечной выносливости.

Другим анаэробным вариантом восстановления АТФ в мышце является миокиназная реакция, в ходе которой происходит слияние двух молекул АДФ с образованием АТФ и АМФ. Поскольку эту реакцию катализирует фермент аденилаткиназа, ее часто называют также «аденилаткиназной реакцией». Аденилаткиназная реакция происходит в мышцах при значительном увеличении в саркоплазме концентрации АДФ. Такая ситуация возникает, когда скорость процессов ресинтеза АТФ не уравнивает скорость расщепления АТФ. Исходя из этого, аденилаткиназную реакцию можно рассматривать как «аварийный механизм», который обеспечивает постоянство скорости ресинтеза АТФ. Результатом аденилаткиназной реакции является некоторое повышение содержания АМФ в саркоплазме, что ведет к активации ферментов гликолиза и способствует повышению общей скорости анаэробного ресинтеза АТФ.

Аденилаткиназная реакция легко обратима, и она может использоваться для буферирования резких перепадов в скорости образования и использования АТФ. Ресинтез АТФ в ходе аденилаткиназной реакции имеет место и при длительной мышечной деятельности в состоянии выраженного утомления, но в целом значение этой реакции в энергообеспечении мышечной деятельности невелико, так как запасы АДФ в мышечной клетке очень ограничены.

Проведенный обзор выполненных к настоящему времени исследований показывает, что для достижения высоких результатов в видах спорта со значительным проявлением работоспособности требуется высокий уровень развития как аэробных, так и анаэробных возможностей спортсмена.

1.4. Средства и методы физического воспитания, развивающие газотранспортную систему спортсмена

Согласно теории функциональных систем, предложенной П.К. Анохиным [12], результат действия является ведущим фактором организации различных адаптивных процессов у человека.

Мышечная работа вызывает многократное (в 15–20 раз) увеличение объема легочной вентиляции. Эти изменения происходят под влиянием комплекса факторов: безусловных и условных рефлексов, а также гуморальных влияний. Следует подчеркнуть, что ведущий механизм изменения функции дыхания связан со сдвигами химизма внутренней среды организма и, в первую очередь, с динамикой газообмена O_2 и CO_2 . Программа быстрых приспособительных реакций организма направлена на сохранение гомеостаза организма. Механизм адаптации дыхания к мышечной деятельности в первую очередь носит нервно-рефлекторный характер, несмотря на то, что в его основе лежат биохимические процессы, связанные с изменением содержания O_2 и CO_2 в крови.

В зависимости от уровня гипоксического и гиперкапнического состояния во время мышечной работы разной интенсивности может преобладать либо биомеханический, либо гомеостатический тип регуляции дыхания.

Важным физиологическим механизмом повышения эффективности внешнего дыхания является закрепление условно-рефлекторных связей, обеспечивающих согласование дыхания с длительностью выполнения отдельных частей целостного акта. Большое значение при физических упражнениях также принадлежит произвольному управлению дыхательными движениями, т.е. кортикальному механизму регуляции дыхания.

Общеизвестна тесная функциональная связь систем кровообращения и дыхания в обеспечении энергетических потребностей организма при мышечной работе. Повышение уровня нагрузки закономерно приводит к увеличению сдвигов показателей со стороны обеих систем. Наряду с этим данные литературы говорят о наличии определенных индивидуальных особенностей в адаптации систем энергообеспечения к физической нагрузке. У одних лиц отмечаются более выраженные сдвиги со стороны сердечно-сосудистой системы – циркуляторный тип, у других – со стороны дыхательной системы – респираторный тип.

У нетренированных людей увеличение легочной вентиляции при работе является результатом учащения дыхания. У спортсменов при высокой частоте дыхания растет и глубина дыхания. Это наиболее рациональный способ срочной адаптации дыхательного аппарата к нагрузке. Проявление признаков тренированности выражается в менее значительном снижении процента насыщения крови кислородом, а также в более быстром снижении показателей функций внешнего дыхания на первых минутах после рабочего периода и в сокращении времени возвращения их к исходным данным покоя.

Менее выражено, чем максимальная вентиляция легких (МВЛ), изменяется под влиянием тренировки жизненная емкость легких (ЖЕЛ). Этот показатель не входит в число лимитирующих спортивные достижения. В то же время, М.М. Безруких и соавт. указывают на то, что ЖЕЛ зависит от размеров тела, возраста, а также функционального состояния и физической тренированности человека. Наряду с этим данный показатель учитывается в другом, важном для оценки функциональных возможностей показателе – жизненном индексе (ЖИ). Наиболее высокий ЖИ отмечен у пловцов. Отмечается значительное увеличение ЖИ (свыше 70%), у баскетболистов и триатлонистов по сравнению с легкоатлетами, тяжелоатлетами и борцами. Имеются данные, указывающие на то, что чем выше ЖИ, тем может быть меньше стоимость работы аппарата внешнего дыхания.

Имеются данные о реакции системы внешнего дыхания спортсменов на нагрузку и изменения оксигенации крови при этом. У тренированных лиц более высокая переносимость субкритических нагрузок по степени и длительности. При этом у них наблюдаются наименьшие отклонения в функциональных показателях относительно неспортсменов. Оптимальное соотношение показателей внешнего дыхания и кровообращения выявлено у спортсменов

в возрасте от 25 до 29 лет. В это время отмечается более редкое и глубокое дыхание, а также наибольшее поглощение кислорода в 1 мин, меньшая частота пульса и отчетливое замедление скорости кровотока при отсутствии существенных отличий по АД. Наряду с этим имеются данные о том, что глубокое дыхание во время физической работы при определенных условиях невыгодно. Значительно отличаются величины показателей внешнего дыхания и кровообращения у спортсменов различного уровня квалификации.

Спортсмены оказываются в состоянии задерживать дыхательные движения, доводя себя до более высоких степеней гиперкапнии и гипоксии, дольше, чем нетренированные люди. Эта закономерность во многом связана с развитием системы транспорта кислорода в процессе занятий спортом. Есть данные, что время задержки дыхания на вдохе хорошо коррелирует со степенью падения процента оксигемоглобина в артериальной крови во время задержки ($r = 0,914$). Также была выявлена не очень высокая, но весьма близкая к границе достоверности, корреляция между временем задержки дыхания на вдохе и ЖЕЛ ($r = 0,410$).

В физиологии спорта в качестве основного критерия работоспособности человека используется величина МПК как интегральный показатель функциональных систем организма. Величина МПК характеризует мощность аэробного процесса. Она зависит в основном от двух факторов: функции кислородтранспортной системы и способности работающих скелетных мышц усваивать кислород. При тренировке на выносливость у бегунов и лыжников минутный объем крови резко возрастает, что увеличивает доставку мышцам кислорода и его потребление до 5,0–6,0 л/мин – это и есть величина МПК. Для спортсменов циклических видов спорта, потенциальных призеров мировых первенств, МПК должно приближаться к 80 мл/мин/кг. Такой высокий уровень потребления кислорода достигается при ЧСС более 200 уд./мин и при легочной вентиляции до 180–200 л/мин.

Характер интеграции обеспечения организма кислородом зависит в известной мере от структуры и интенсивности выполняемой работы, а также от индивидуальных особенностей механизма адаптации вегетативных систем организма к мышечной деятельности. Поэтому при изучении работоспособности организма значительный интерес представляет динамика соотношений различных функций во время физической деятельности и в фазе восстановления. М.В. Казаков и др. выделяют три варианта реакции при выполнении нагрузки на велоэргометре. Первый вариант характеризуется

адекватными реакциями со стороны дыхания и гемодинамических показателей. Второй вариант компенсаторный, при котором одна из функций отражает реакцию напряжения системы регуляции. Третий вариант характеризуется выраженной дискоординацией исследуемых функций.

По мнению Р.Д. Дибнера и др., восстановление показателей внешнего дыхания и кровообращения после стандартных физических нагрузок происходит не одновременно – определяется четкий гетерохронизм во времени.

Особенно существенное влияние на изменение величины интервалов оказывает период тренировки спортсмена. Сокращение интервалов между восстановлением показателей функции внешнего дыхания и кровообращения после физической нагрузки соответствует нарастанию тренированности спортсменов. Напротив, при развитии явлений перетренированности, а также при форсированном возобновлении тренировок после заболеваний степень гетерохронизма возрастает за счет более позднего восстановления показателей внешнего дыхания.

Опираясь на полученный материал, можно заключить, что система внешнего дыхания создает предпосылки для полноценного снабжения организма кислородом, не являясь при этом главным лимитирующим звеном кислородтранспортной системы организма. Также можно заявить, что систематические физические нагрузки, особенно циклического характера, благотворно влияют на систему внешнего дыхания. Вызывая эффект долговременной адаптации, они способствуют оптимизации функций респираторной системы в покое и повышению использования кислорода из окружающей среды.

Способность сердца увеличивать свою функцию нередко становится звеном, лимитирующим интенсивность приспособительных реакций целого организма.

Состояние, характеризующее процессы адаптации и оптимизации режимов деятельности, основывается на изменении внутри- и межсистемных взаимодействий. Исходя из определения, предложенного В.И. Медведевым, адаптивная реакция – это допустимое функциональное состояние, прямо или косвенно обеспечивающее возможность выполнения деятельности с заданными параметрами в заданных условиях за счет экономной мобилизации резервных звеньев регуляции, не приводящее к возникновению предпатологических и патологических состояний. При этом отсутствие существенных отклонений в системе кровообращения поддерживается за счет усиления активности симпатoadренальной системы.

В условиях физической нагрузки имеет место взаимодействие миогенных, нейрогенных и гуморальных механизмов регуляции сократительной функции миокарда, что позволяет обеспечить почти пятикратное по сравнению с покоем увеличение минутного объема кровообращения. Важно иметь в виду, что у представителей скоростно-силовых видов спорта индивидуальные величины сердечного выброса при напряженной мышечной нагрузке значительно меньше по сравнению со спортсменами, адаптированными к работе на выносливость.

Изменение работы сердца при физической нагрузке проявляется в первую очередь приростом ЧСС. Частота сердечных сокращений отражает «физиологическую цену» достижения полезных результатов. Переход от брадикардии к тахикардии начинается уже через 1 с после начала упражнений. У нетренированных людей предел эффективного учащения варьируется от 150 до 170 уд./мин. Чем тренированнее спортсмен, тем этот предел выше и достигает 180–200 уд./мин. Больше учащение (до 220–230 уд./мин) можно наблюдать только у отдельных лиц.

Таким образом, из вышеприведенного обзора литературных данных можно заключить, что сердечно-сосудистая система адаптируется к систематическим мышечным нагрузкам путем перестройки своих параметров, как в покое, так и при действии однократных нагрузок.

Многие авторы указывают на то, что при систематическом применении умеренных мышечных нагрузок происходит положительное изменение гемореологических свойств и, в частности, снижение вязкости крови и плазмы и повышение способности эритроцитов к деформации в сосудах системы микроциркуляции.

Эритроцитоз является одной из важных приспособительных реакций организма человека к многократным мышечным нагрузкам. Его адаптационное значение заключается в увеличении кислородной емкости крови, что в свою очередь ведет к повышению физической работоспособности.

Эритроцитоз, развивающийся при тренировке динамическими мышечными нагрузками, сопровождается нарастающим увеличением объема циркулирующей крови преимущественно за счет прироста объема циркулирующих эритроцитов. Однако общее содержание в организме эритроцитов и гемоглобина возрастет только к концу 2-й недели тренировки, а затем поддерживается на новом уровне. С.Б. Назаров с соавт. считает, что в связи с прогрессивным возрастанием объема выполняемых мышечных нагрузок происхо-

дит развитие истинного эритроцитоза и гиперплазии эритроидного ростка костного мозга.

V. Convertino было показано, что результатом тренировки на выносливость является изменение водного баланса крови, повышение объема плазмы и увеличение текучести крови. С теоретической точки зрения повышение текучести крови может сопровождаться улучшением доставки кислорода в ткани во время мышечных нагрузок у тренированных спортсменов.

Сдвиги трансапиллярного обмена тесно связаны с работой нескольких механизмов, к ним относятся:

- изменение общей эффективной поверхности капилляров; наличие артериоло-венулярных анастомозов и метартериол;
- изменение ультраструктуры стенок капилляров;
- соотношение гидростатического и онкотического давления крови и в тканевой жидкости;
- дополнительные функциональные возможности дренажа по лимфатической системе.

Следует заметить, что трансапиллярный обмен, по которому определяется эффективность работы всей системы кровообращения, тесно связан с изменениями реологических свойств крови.

Мышечная нагрузка вызывает закономерные изменения всех компонентов трансапиллярного обмена. При срочной адаптации к мышечным нагрузкам увеличивается площадь обменной поверхности за счет раскрытия новых, ранее не функционировавших капилляров, наблюдается перераспределение кровотока в пользу активно функционирующих мышечных групп и его ускорение. Повышается скорость и объем фильтрации воды и белка из капилляров в ткани. Это приводит к нарастанию вязкости крови во время мышечной нагрузки, что повышает гидростатическое сопротивление в капиллярах. Увеличение артериального давления и заметные изменения венозного способствуют выраженному подъему гидростатического давления в обменных сосудах и усилению процесса фильтрации. Кроме того, фильтрация жидкости через стенку капилляров ведет к аккумуляции воды в тканях. Это увеличивает внесосудистую циркуляцию жидкости, что в свою очередь ускоряет транспорт макромолекул и ведет к удалению метаболитов от активно работающих органов. Это осуществляется как венозной, так и лимфатической системами.

Учитывая отсутствие существенных запасов O_2 в тканях, представляется важным знать скорость его доставки клеткам. Этот вопрос решается главным образом теоретически, путем расчетов на

математических моделях с учетом известных коэффициентов диффузии, растворимости O_2 и архитектоники микрососудистого русла. Расчеты показывают, что при резких колебаниях напряжения p_{O_2} в капиллярах, вызванных изменением скорости кровотока или содержания O_2 в артериальной крови, в нормоксемических условиях скорость насыщения тканей кислородом существенно зависит от плотности капиллярной сети.

В экспериментах по длительной адаптации к мышечным нагрузкам были выявлены изменения трансапикалярного обмена по сравнению с данными неадаптированных лиц. Отмечалось появление и рост новых капилляров, общее количество капилляров может возрасти на 100%. В исследованиях В.И. Козлова и И.О. Тупицына говорится, что при долговременной адаптации к мышечным нагрузкам в состоянии относительного покоя найдено уменьшение количества функционирующих капилляров на 14%, что приводит к снижению диффузионной поверхности обменных сосудов и увеличению «критической толщины тканевого слоя», то есть минимальной толщины ткани между двумя питающими капиллярами, через которую обеспечивается транспорт кислорода и других веществ, необходимых для жизнедеятельности клеток. В то же время, как показали исследования Н. Leinonen, при мышечной нагрузке диффузионная способность капилляров у спортсменов была на 48% выше, чем у нетренированных лиц.

Одной из важнейших функций организма является обеспечение тканей тела кислородом при различных условиях функционирования. Только в норме, в состоянии покоя энергетические потребности организма, его органов и тканей удовлетворяются без существенного напряжения систем, ответственных за доставку кислорода и выработку энергии. В активном состоянии при разнообразных воздействиях внешнего окружения или при изменениях внутренней среды одним из наиболее важных факторов, ограничивающих энергетические возможности, является доставка кислорода в ткани.

Регулярное применение мышечных нагрузок вызывает существенное увеличение устойчивости к разнородным стрессогенным воздействиям, в том числе и к гипоксии. Эта закономерность во многом связана с развитием системы транспорта кислорода в процессе занятий спортом.

В приведенном выше обзоре литературы дана весьма широкая картина фактов, характеризующих уровень функционального состояния человека. Дан анализ возможных изменений всего комп-

лекса параметров вегетативных систем организма при мышечных нагрузках.

Таким образом, анализ литературы показывает, что своевременное обеспечение потребностей организма в кислороде играет важную роль, особенно в процессах его адаптации к меняющимся условиям внешней и внутренней среды. Наряду с этим доставка кислорода – многоступенчатая система, включающая ряд звеньев, от функционирования которых складывается эффективность доставки кислорода тканям организма. Все это требует дальнейших исследований, в том числе у спортсменов различных видов спорта.

Большое значение специальной работоспособности для обеспечения высоких спортивных результатов в борьбе требует дальнейшего совершенствования методики развития этого качества у борцов. Особую актуальность этот вопрос приобретает применительно к взрослым спортсменам высокой квалификации, что обусловлено высоким уровнем мастерства спортсменов, выступающих в ответственных соревнованиях, и резко возросшей в последние годы напряженной конкуренцией на всероссийской и международной аренах.

Анализ показывает, что дальнейший научный поиск в разработке проблемы специальной работоспособности в борьбе должен коснуться в первую очередь четкого количественного выражения основных факторов, определяющих уровень выносливости и развития скоростно-силовых качеств. При этом внимание следует обратить на те составляющие специальной выносливости, которые хотя и отмечаются специалистами, однако не являются предметом специальных комплексных исследований. Это прежде всего уровень подвижности и лабильности основных функциональных систем, экономичность работы и способность к эффективному восстановлению, развитие функций внешнего дыхания и совершенствования процессов диффузии и перфузии крови.

Исследуя структуру специальной выносливости, В.Ф. Бойко [31] выделил пять основных факторов, обуславливающих уровень ее развития у борцов вольного стиля: к работе статического характера; к аэробной работе; к анаэробной работе; восстановление после специфической работы; проявление силы, быстроты и умение ориентироваться в условиях утомления.

Высокие статистически достоверные величины множественного коэффициента корреляции между исследуемыми показателями и уровнем специальной выносливости позволили автору сделать

вывод о важной роли выделенных им факторов в обеспечении специальной подготовленности борцов.

По мнению ряда специалистов, можно выделить четыре типа тренировочных заданий: аэробной, смешанной аэробно-анаэробной, анаэробной гликолитической и анаэробной алактатной направленности, основные характеристики которых приводятся ниже.

Аэробная направленность. Средства – специальным образом построенные тренировочные схватки, серии бросков манекена; интенсивность упражнения на уровне 70–80% от максимальной возможной; критерием ее может служить частота сердечных сокращений, которая должна быть на уровне 170–180 уд./мин; продолжительность упражнения – 1,5 мин; в последних повторениях у некоторых борцов, особенно тяжелых весовых категорий, может наблюдаться снижение интенсивности выполнения упражнения. Это допустимо, если частота сердечных сокращений будет в заданном режиме, если же она снизится, то работу следует прекратить. Не рекомендуется допускать повышение пульсового режима за счет дополнительных волевых усилий выше 180 уд./мин; количество повторений – 8–9. Критерием достаточности количества повторений может служить пульсовая долг, который после выполнения задания не должен превышать 400–450 ударов; если же он составляет более высокие величины, то это свидетельствует об изменении направленности тренировочного задания с аэробной на смешанную или даже анаэробную гликолитическую. Для борцов тяжелых весовых категорий целесообразно проведение двух серий упражнений: в первой 6–7 повторений, во второй 4–6. Интервалы отдыха определяются по динамике частоты сердечных сокращений: к началу следующего повторения пульс должен находиться на уровне 130–140 уд./мин. Как правило, время отдыха – около 1,5 мин. При планировании тренировочного задания в две серии упражнений время отдыха между ними должно обеспечивать достаточно полное восстановление. Характер отдыха: интервалы отдыха целесообразно заполнять малоинтенсивной работой, можно рекомендовать также выполнение дыхательных упражнений.

Наиболее эффективно совершенствование аэробного компонента специальной выносливости осуществляется во время отдыха после повторений бросков манекена или отрезков тренировочной схватки.

Смешанная аэробно-анаэробная направленность. Вариативность таких тренировочных заданий довольно значительна и зависит от соотношения аэробных и анаэробных механизмов энерго-

обеспечения; так, при бросках чучела прогибом в темпе 10 бросков в минуту соотношение работы, выполненной за счет аэробных и анаэробных источников энергии, примерно равно. В качестве средства подготовки обычно используются тренировочные схватки с несколько более продолжительными (до 4–4,5 мин) периодами борьбы. Критериями смешанного режима работы могут служить следующие показатели: частота сердечных сокращений – от 150 уд./мин до максимальной, содержание молочной кислоты в крови – от 40 до 120 мг%, рН 7,2–7,3, потребление кислорода – от 2 л/мин до максимума.

Анаэробная гликолитическая направленность. В качестве тренировочных средств могут использоваться тренировочные схватки, построенные специальным образом, или серии бросков манекена; интенсивность упражнения – близкая к максимальной. От повторения к повторению темп бросков или борьбы в связи с наступающим утомлением снижается, но эта интенсивность будет околопредельной по отношению к текущему состоянию борца; продолжительность упражнения – около 2 мин; количество повторений – 3 в одной серии, целесообразно проводить две серии; если борцы тяжелых весовых категорий не могут выдержать заданную интенсивность в течение 2 мин, то следует сократить время выполнения упражнения (сигналом может служить заметное снижение темпа борьбы или бросков манекена), но проводить обязательно в этом случае третью серию. Рекомендуется в последних повторениях серий использовать кратковременное затруднение дыхания или даже его задержку. Проводить четвертое повторение в серии нецелесообразно, так как к этому моменту емкость гликолиза будет в значительной мере исчерпана, поэтому интенсивность работы неизбежно снизится, активизируются дыхательные процессы и анаэробная гликолитическая направленность тренировочного задания изменится на аэробную. Интервалы отдыха: после первого повторения – 2 мин, после второго – 1 мин. Рекомендуется выдерживать такие «жесткие» интервалы отдыха борцам всех весовых категорий. Что же касается времени отдыха между сериями, то оно неодинаково у представителей легких, средних и тяжелых весовых категорий и критерием достаточности служит ликвидация значительной части образовавшегося кислородного долга; интервалы отдыха между повторениями целесообразно заполнять спокойной ходьбой.

При выполнении тренировочных заданий анаэробной гликолитической направленности в организме борцов происходят сдвиги,

характеризующиеся следующими показателями: частота сердечных сокращений максимальная, потребление кислорода близко к предельному, содержание молочной кислоты в крови – до 150 мг% и выше, рН крови ниже 7,2; величины пульсового и кислородного долга близки к предельным: для легковесов соответственно 2500–3000 уд. и 8–10 л; для средневесов – 3000–3500 уд. и 10–12 л; для тяжеловесов – 3500–4000 уд. и 10–12 л.

Анаэробная алактатная направленность. Средствами могут служить серии бросков чучела; интенсивность упражнения – максимальная; продолжительность упражнения – до 15 с; количество повторений – 5–6 в серии, число серий не более трех, так как уже после четвертой серии резко увеличиваются размеры образовавшегося пульсового и кислородного долга, что свидетельствует о вступлении в энергообеспечение упражнения гликолиза, т. е. анаэробная алактатная направленность тренировочного задания изменяется на анаэробную гликолитическую; время отдыха между повторениями – около 2 мин (у наиболее тяжелых борцов оно может быть несколько продолжительнее), к концу его пульс должен быть на уровне 150–160 уд./мин; время отдыха между сериями – от 6 до 10 мин, в зависимости от весовых категорий. Характер отдыха между повторениями – активный, целесообразна спокойная ходьба.

Систематическое применение средств и методов избирательного воздействия на отдельные компоненты специальной выносливости борцов на протяжении достаточно длительного периода дает ощутимый эффект.

В научно-методической литературе последних лет неоднократно освещались результаты экспериментальных исследований, свидетельствующие о том, что уровень развития специальной выносливости борцов в наибольшей мере лимитируется анаэробными возможностями спортсменов.

Сравнительный анализ особенностей проявления анаэробных возможностей борцов различных стилей и возраста в условиях соревновательных поединков показал следующее: а) абсолютные значения величины кислотических сдвигов после соревновательного поединка у дзюдоистов различного возраста достоверно отличаются в группах победителей и побежденных; б) абсолютные величины кислотических сдвигов после соревновательного поединка борцов греко-римского стиля не имеют статистически достоверных отличий у спортсменов различного возраста в группах победителей и побежденных; в) у победителей соревновательных поединков различных стилей борьбы отмечаются статистически до-

стоверные ($p < 0,001$) отличия в величине сдвигов рН во всех возрастных группах (менее значимы они у проигравших поединки).

Используя принятую в спортивной борьбе шкалу для оценки срочных тренировочных эффектов специальных упражнений по уровню лактата в крови или по величине кислотических сдвигов можно определить преимущественную направленность воздействия каждого упражнения. При этом принято считать, что выполнение упражнений (в данном случае соревновательной схватки) при значениях рН ниже 7,2 носит преимущественно гликолитический анаэробный характер.

На основе этого можно заключить, что борцы греко-римского стиля, в отличие от дзюдоистов, проводят соревновательные поединки с очень высокой интенсивностью, характерной для работы гликолитической анаэробной направленности. В борьбе дзюдо у победителей соревновательных поединков отмечены сдвиги рН, характерные для нагрузок смешанной (аэробно-анаэробной) направленности.

Как известно из практики, в спортивных единоборствах оценка только функциональных возможностей спортсменов не может дать точного прогноза результатов участия в соревнованиях.

Использование физиологических показателей позволяет оценить лишь благоприятные предпосылки для проявления технико-тактических возможностей спортсменов в условиях соревновательных поединков. Как показали результаты исследования В.В. Шияна [291], физическое утомление, определяемое по величине кислотических сдвигов после схватки, достоверно коррелирует только с итоговым результатом победителя соревновательного поединка.

По мнению автора, это свидетельствует о том, что в греко-римской борьбе у победителя должны быть меньшие величины кислотических сдвигов, чем у борца, проигравшего этот поединок. Исходя из этого, В.В. Шиян делает заключение о том, что выявленные в ходе эксперимента высокие величины кислотических сдвигов у борцов греко-римского стиля после окончания соревновательных поединков свидетельствуют о неблагоприятной реакции спортсменов на нагрузку соревновательной схватки. Подобная реакция может быть следствием определенных тренерских просчетов и недостатков существующей в настоящее время системы предсоревновательной подготовки спортсменов в различных видах борьбы. В частности, это относится к дозировке специальных средств и методов тренировки, направленных на преимущественное раз-

витие наиболее значимых (для каждого вида борьбы) биоэнергетических возможностей.

Изучение факторной структуры специальной выносливости в различных видах борьбы выявило существенные отличия в значимости наиболее важных метаболических функций, лимитирующих это качество.

В *греко-римской борьбе* факторная структура специальной выносливости имеет следующий вид: 1 – аэробная мощность, 2 – гликолитическая анаэробная мощность, 3 – гликолитическая анаэробная емкость, 4 – аэробная эффективность.

В *борьбе дзюдо*: 1 – алактатная анаэробная мощность; 2 – гликолитическая анаэробная емкость; 3 – гликолитическая анаэробная мощность; 4 – гликолитическая анаэробная эффективность.

На основании анализа проведенных исследований соревновательной деятельности и факторной структуры специальной выносливости борцов различных стилей можно заключить, что при построении биологической модели спортивной работоспособности дзюдоистов необходимо учитывать влияние физиологических особенностей тренировочного процесса и соревновательной деятельности, а также все многообразие факторов ее развития.

1.5. Заключение

Кровообращение и газообмен организма человека относятся к числу интенсивно изучаемых медико-биологических проблем. Этому способствует широкое использование научных достижений в медицинской, биологической и педагогической практике, что формирует теоретическую базу для нового цикла развития прикладных знаний. Технические средства современных научных исследований делают доступными анализ внутриклеточных процессов как *in vivo*, так и *in vitro*, исследование свойств макромолекул в процессе выполнения ими специфических функций.

Многочисленные отечественные и зарубежные монографии, посвященные этой проблеме, не испытывают недостатка в теоретических концепциях, раскрывающих отдельные закономерности кровообращения и газообмена организма человека. Однако, к сожалению, очень часто аргументация в них сводится к ссылкам на исследования, выполненные на животных. Педагогически-биологическая практика нуждается в исчерпывающих сведениях, относящихся исключительно к организму человека. В спортивной физиологии изучены различные компоненты кровообращения и га-

зообмена спортсменов, но недостаточно изучен вопрос взаимодействия различных видов выносливости при развитии специальной работоспособности в различных видах спорта, и в частности в дзюдо. Недостаток этих сведений не покрывается фактической аргументацией, приводимой в научной литературе. В силу объективных причин не всегда возможно за короткий отрезок времени собрать полные данные, описывающие ту или иную функцию кровообращения и газообмена спортсмена на протяжении его многолетней тренировки. Исследователи в основном изучали вопросы энергетического потенциала мышц при различных видах выносливости, определяя ей ведущую роль в развитии специальной работоспособности спортсменов в различных видах спорта. Энергетический потенциал мышц является важным критерием работоспособности, но не дает целостную картину функций кровообращения и газообмена организма спортсменов. Все это побудило к изучению фактических данных по развитию спортивной работоспособности дзюдоистов, которые позволили бы разработать биологическую модель развития спортивной работоспособности дзюдоистов на основе функции кровообращения и газообмена на протяжении многолетнего тренировочного цикла.

Интересными работами, посвященными выносливости и работоспособности борцов, являются диссертации Г.А. Кирова [125] и М. Хосни [280], которые выявили взаимосвязь между аэробной и анаэробной производительностью и особенностями телосложения борцов.

В работе В.А. Панкова [200] изучались модельные характеристики локальной мышечной выносливости, разработаны средства и методы воспитания этого компонента у борцов греко-римского стиля.

Наиболее весомый вклад в освещение этого вопроса внесла работа К. Чарыева [283], в которой проведен биоэнергетический анализ и выявлены факторы, определяющие уровень развития специальной выносливости дзюдоистов. В исследовании отмечается положительное влияние аэробной производительности организма спортсменов, но в качестве ведущего направления выдвигается совершенствование анаэробных компонентов выносливости. Такое утверждение, на наш взгляд, является сомнительным.

Организм человека – это единая биологическая система, объединяющая под действием иннервации все физиологические процессы жизнедеятельности, в результате алгоритма действия которых постепенно включаются механизмы, обеспечивающие, в частности,

спортивную работоспособность. Центр, регулирующий гомеостаз, направленный на увеличение работоспособности, находится не в мышечных клетках, а в головном мозге, который при анаэробном режиме работы организма в первую очередь увеличивает потребление кислорода на всех уровнях кислородтранспортной системы.

Тренировка в условиях гипоксии и гиперкапнии без увеличения общего объема и других элементов внешнего дыхания приведет к большой нагрузке на сердечно-сосудистую систему, в частности на сердечную мышцу, которая будет вынуждена работать в условиях недостатка кислорода, и это вызовет увеличение левого желудочка и, в конечном итоге – заболевание.

Дыхание является основным связующим механизмом работоспособности спортсмена, т.к. от него зависит не только насыщение крови кислородом и сохранение баланса CO_2 , но и накопление энергии как в аэробном, так и в анаэробном режиме, запускаются механизмы гормональной системы и поддержания гомеостаза организма; и не следует забывать, что при аэробном окислении в организме производится намного больше энергии, чем при анаэробном режиме.

Таким образом, биологическая модель спортивной работоспособности дзюдоистов должна основываться на тренировке кислородтранспортной системы от внешнего до клеточного дыхания.

В работе К. Чарыева [283] приводится структура формирования энергетических способностей, определяющих развитие специальной выносливости: алактатная анаэробная мощность, гликолитическая анаэробная емкость, гликолитическая анаэробная мощность, гликолитическая анаэробная эффективность, аэробная емкость, аэробная мощность и аэробная эффективность. Такая последовательность противоречит биологическим механизмам развития кислородтранспортной системы и может привести к функциональным срывам в сердечно-сосудистой системе.

Аэробная работа должна создать базу для специальной работоспособности дзюдоистов, подготовить биологическую основу для безопасной высокоинтенсивной анаэробной производительности организма.

В частности аэробная работа приводит к:

- уменьшению мембранного и внутрикапиллярного сопротивления диффузии и увеличению среднего альвеолярно-капиллярного градиента. Это достигается за счет роста количества функционирующих альвеол и кровеносных капилляров. Посредством увеличения объема крови в легочных капиллярах, повышается содержа-

ние в крови гемоглобина и изменение его кислородосвязывающих свойств, что приводит к ускорению капиллярного кровотока. Эти адаптационные механизмы увеличивают скорость диффузии кислорода по сравнению с уровнем покоя в 15–20 раз;

- регуляции сложных комплексов нервных и гуморальных механизмов дыхания и кислородтранспортной системы;

- изменениям показателей красной крови, что характеризуется повышением количества эритроцитов, увеличением содержания гемоглобина и гематокрита;

- улучшению обеспечения сердечной мышцы энергией, что имеет ряд специфических особенностей. Энергию, необходимую для совершения механической работы, сердце получает главным образом за счет аэробного процесса распада питательных веществ – окислительного фосфорилирования. В этом принципиальное отличие энергообеспечения миокарда от энергообеспечения скелетных мышц, которые при интенсивных кратковременных нагрузках могут покрывать свои энергетические потребности за счет анаэробных процессов, образуя при этом кислородный долг. Даже в состоянии покоя мышца сердца потребляет большое количество кислорода (8–10 мл/100 г/мин);

- увеличению количества митохондрий в клетках и их энергетического потенциала. Дыхательная цепь – главная система превращения энергии в митохондриях. В ней последовательно окисляются и восстанавливаются ферментные комплексы, в результате чего высвобождается энергия. За счет этой энергии в трех главных звеньях дыхательной цепи из аденозиндифосфата (АДФ) и неорганического фосфата образуется АТФ, т.е. происходит окислительное фосфорилирование.

Перечисление только основных преимуществ первостепенного развития аэробных возможностей организма позволяет выдвинуть гипотезу о необходимости разработки биологической модели спортивной работоспособности дзюдоистов на основе развития диффузной и перфузной способности кислородтранспортной системы спортсменов.

ГЛАВА 2

Средства и методы исследования функциональной работоспособности

2.1. Измерение температуры тела

Применялся термометр медицинский электронный инфракрасный ВД 1190, предназначенный для бесконтактного измерения температуры в ушном канале человека. Преимущества измерения температуры инфракрасным термометром: у барабанной перепонки и гипоталамуса – части мозга, которая управляет температурой тела, – общий источник крови, поэтому температура барабанной перепонки повышается и снижается сразу после соответствующего измерения внутренней температуры тела. Таким образом, ушная температура является одним из лучших показателей внутренней температуры тела.

Технические характеристики:

- диапазон измерений 32,2 ÷ 43,3 °С;
- погрешность ± 0,2 °С;
- метод измерения инфракрасный;
- память 9 измерений;
- дисплей жидкокристаллический;
- масса не более 38 г;
- габаритные размеры
(длина × ширина × высота) 31×23×113 мм;
- источник питания литиевая батарея CR 2032, 3 В;
- ресурс батареи не менее 5000 измерений;
- условия эксплуатации от +16 °С до +40 °С,
при влажности не более 85%;

- условия хранения от –20 °С до +50 °С,
при влажности не более 85%.

Термометр соответствует требованиям ГОСТ Р 50267.0–92.

2.2. Измерение веса, роста и индекса массы тела

Измерения происходили с помощью электронных весов SECA 798 компании Vogel & Halke GmbH (Германия), предназначенных для использования в медицинских учреждениях. По международным стандартам эти весы соответствуют Class 1 как медицинское изделие и откалиброваны по классу точности Class III.

В комплект этих весов входит ростомер, что позволяет измерять не только вес, но и рост спортсмена. Дополнительно реализована функция расчета индекса ВМІ (индекс массы тела).

Технические характеристики:

- максимальный измеряемый вес 160 кг;
- дискретность весов 0,2 кг;
- размер весов 310 × 1400 × 476 мм;
- вес 7,9 кг;
- диапазон рабочих температур от +10 °С до +40 °С;
- электронное питание 4 × 1,5В (АА);
- точность при первичной калибровке:
 - до 40 кг ± 200 г
 - от 40 до 160 кг ± 300 г;
- максимальный измеряемый рост 79–230 см;
- дискретность ростомера 1 мм.

Сертификат об утверждении типа средства измерений DE.C.39.004.A № 18645, зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 22347–04 и допущен к применению в Российской Федерации.

2.3. Измерение частоты сердечных сокращений

Для измерения частоты сердечных сокращений (ЧСС) применялся монитор сердечного ритма Polar S610tm, разработанный для отображения уровня физиологического напряжения и интенсивности во время соревновательных и тренировочных нагрузок. Сердечный ритм отображается как число ударов в минуту.

Технические характеристики передатчика:

- источник питания встроенная литиевая батарея;

- время работы в среднем 2500 часов использования;
- температура использования..... от –10 °С до +50 °С.

Технические характеристики монитора на руку:

- источник питания CR2430;
- время работы около 2 лет;
- температура использования..... от –10 °С до +50 °С;
- точность хода часов ±0,5 с в день при +25 °С;
- точность измерения ЧСС..... ±1% или ± 1 уд./мин.;
- границы измерения ЧСС 15–240 уд./мин.

Данные, полученные с помощью монитора сердечного ритма Polar S610™ передавались в компьютер Sonny PCG-FX 370 и обрабатывались с помощью программного обеспечения Polar Precision Performance. Определялась продолжительность работы и восстановления; максимальная, минимальная и средняя ЧСС за период выполнения нагрузки; темп выборки, общее число сердечных ударов; ЧСС восстановления; стандартное отклонение. Рассчитывались зоны энергетической нагрузки, расход энергии в килокалориях.

2.4. Измерение нагрузок по объему и интенсивности кардиореспираторной направленности

Для определения объема и интенсивности выполняемой спортсменами кардиореспираторной нагрузки были усовершенствованы классификации интенсивности нагрузок в борьбе, предложенные В.А. Андреевым, А.А. Новиковым (1974) и В.А. Сорвановым (1978). Это позволило расширить границы регистрируемых зон и более детально осуществлять подсчет выполненной работы. Таким образом, подсчитывался объем работы и интенсивность в баллах, определялась направленность выполняемой нагрузки (табл. 1).

Объем определялся по формуле:

$$V = t \times b,$$

где V – объем выполненной работы, t – время работы в мин, b – табличное значение средней ЧСС.

Интенсивность работы определялась по табличному значению средней ЧСС.

Таблица 1

Определение объема и интенсивности нагрузки по среднему значению ЧСС

ЧСС / мин	Баллы	Интенсивность	Направленность	ЧСС / мин	Баллы	Интенсивность	Направленность
114	1,0	1		143	5,8	4	Аэробная
115	1,2	1		144	6,0	4	
116	1,3	1		145	6,2	4	
117	1,5	1		146	6,3	4	
118	1,7	1		147	6,5	4	
119	1,8	1		148	6,7	4	
120	2,0	2		149	6,8	4	
121	2,2	2		150	7,0	5	
122	2,3	2		151	7,2	5	
123	2,4	2		152	7,3	5	
124	2,7	2		153	7,5	5	
125	2,8	2		154	7,7	5	
126	3,0	2	155	7,8	5		
127	3,2	2	156	8,0	5	Аэробно-анаэробная	
128	3,3	2	157	8,2	5		
129	3,5	2	158	8,3	5		
130	3,7	3	159	8,5	5		
131	3,8	3	160	8,7	6		
132	4,0	3	161	8,8	6		
133	4,2	3	162	10,0	6		
134	4,3	3	163	10,2	6		
135	4,5	3	164	10,3	6		
136	4,7	3	165	10,5	6		
137	4,8	3	166	10,7	6		
138	5,0	3	167	10,8	6		
139	5,2	3	168	12,0	6		
140	5,3	4	169	12,2	6		
141	5,5	4	170	12,3	7		
142	5,7	4	171	12,5	7		

ЧСС / мин	Баллы	Интенсивность	Направленность	ЧСС / мин	Баллы	Интенсивность	Направленность	
172	12,7	7	Аэробно-анаэробная	188	21,3	8	Анаэробная	
173	12,8	7		189	21,5	8		
174	14,0	7		190	21,7	9		
175	14,2	7		191	21,8	9		
176	14,3	7		192	25,0	9		
177	14,5	7		193	25,2	9		
178	14,7	7		194	25,3	9		
179	14,8	7		195	25,7	9		
180	17,0	8		196	25,8	9		
181	17,2	8		197	33,0	9		
182	17,3	8		198	33,2	9		
183	17,5	8		199	33,2	9		
184	17,7	8		200	33,3	10		
185	17,8	8						
186	21,0	8		Анаэробная				
187	21,2	8						

2.5. Спирометрические измерения

Для определения спирометрических параметров применялся прибор Spirobank G и компьютер Sonny PCG-FX 370 с программным обеспечением Winspiro PRO 1.1.7. В приборе используется турбинный датчик потока, работающий на принципе прерывания инфракрасного излучения. Этот принцип гарантирует точность и воспроизводимость результатов измерений. Таким образом, надежность получаемых с помощью прибора результатов измерений соответствует профессиональному уровню.

Основные характеристики датчиков такого типа:

- точность измерений даже при очень низких потоках воздуха (в конце выдоха);
- независимость от плотности воздуха и его влажности;
- небьющийся и ударопрочный;
- легко чистится и стерилизуется.

Spirobank G позволяет производить спирометрические тесты FVC, VC, IVC, MVV, а также определять профиль дыхания (респираторный профиль), вычислять индекс приемлемости теста (производить контроль качества) и степень воспроизводимости тестов, осуществленных на данном пациенте. Прибор позволяет производить автоматическую интерпретацию результатов тестов, деля их на 11 градаций, в соответствии с классификацией Американского общества по изучению легких (American Thoracic Society, ATS). Каждый тест может быть повторен многократно, и наилучшие результаты могут быть в любой момент извлечены из памяти.

Технические характеристики прибора:

- датчик температуры полупроводник (0–45 °С);
- объем памяти сто тестов с параметрами и кривыми «расход – объем» и «объем – время»;
- дисплей графический жидкокристаллический дисплей с подсветкой, 120×32 точки;
- клавиатура мембранная, 5 клавиш;
- коммуникационный порт/интерфейс RS 232, двунаправленный, оптоизолированный, до 4 кВ;
- электропитание 9 В постоянного тока, батарея 6LR61-PP3;
- размеры 162×49×34 мм;
- вес 180 г;
- система измерения объемов и объемных расходов (потоков) двунаправленная турбина;
- принцип измерения инфракрасное прерывание.
- диапазон измеряемых объемов 10 литров, VTSP;
- диапазон измеряемых расходов +16 л/с, VTSP;
- точность измерения объема +3% или 50 мл;
- точность измерения расхода +5% или 200 мл/с;
- динамическое сопротивление при 12 л/с < 0,5 см H₂O/л/с;
- условия работы температура от 10 °С до 40 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 90%.

Программное обеспечение персонального компьютера также поддерживает новейшие протоколы бронхиальных тестов и строит зависимости доза–ответ и время–ответ в ходе теста FEV1.

Метод интерпретации тестов

По окончании каждого теста FVC (форсированный выдох) прибор производит контроль качества теста, предназначенный для того, чтобы проверить успешность проведения теста и, если возможно, сравнить основные измеренные параметры, такие как FEV1, FEV1%, и FVC, с соответствующими нормальными (предсказанными) величинами. Прибор также вычисляет набор индексов в соответствии со следующим правилом:

индекс % = измеренная величина / нормальная величина × 100.

Эти индексы интерпретируются в соответствии со стандартами ATS, после чего выдается одно из серии сообщений, соответствующих нормальной спирометрии или одному из пяти уровней обструкции (уменьшенных скоростей движения воздуха) или рестрикции (уменьшенных легочных объемов).

2.5.1. Проведение спирометрических тестов

Вставить мундштук в кожух датчика и убедиться в том, что мундштук вошел внутрь кожуха не менее чем на 0,5 см. Мундштук должен плотно сесть на держатель (держатель несколько сужен к концу, что обеспечивает плотную посадку мундштука).

Плотно надеть носовой зажим на нос испытуемого так, чтобы зажим гарантировал отсутствие прохождения воздуха через ноздри.

Держать спирометр либо двумя руками (с обеих сторон), либо одной рукой так, как вы держите телефон. Однако в обоих случаях дисплей прибора должен быть обращен лицом к испытуемому.

Включить и подготовить прибор к проведению требуемого теста.

Мундштук должен быть введен в ротовую полость так, чтобы его конец оказался за зубами, и рот должен быть плотно закрыт, чтобы исключить прохождение воздуха мимо мундштука. Дышать так, как это предписывается при проведении выбранного теста.

Лучше всего проводить тест в положении стоя. При этом во время выдоха следует наклонить верхнюю часть туловища вперед. Это движение облегчает развитие максимальной силы в ходе выдоха воздуха из легких.

Измерение жизненной емкости легких при форсированном выдохе (ФЖЕЛ)

- сделать несколько глубоких вдохов;
- медленно вдохнуть настолько глубоко, насколько можно (для

этого полезно развести в стороны руки), после чего выдохнуть весь воздух настолько быстро, насколько это возможно;

– не вынимая мундштук изо рта, сделать вновь вдох настолько быстрый, насколько возможно.

Этот цикл повторить несколько раз, не вынимая мундштук изо рта. Спирометр автоматически выберет наилучший тест, и результаты лучшего будут показаны на дисплее.

Для того чтобы закончить тест, нажать ОК.

Измерение жизненной емкости легких (Р0 выдоха и Р0 вдоха)

Перед тем, как проводить тесты VC и IVC, нужно измерить профиль спокойного дыхания. Для этого нужно сделать несколько спокойных вдохов и выдохов. После трех или четырех таких дыхательных циклов прибор звуковым сигналом известит вас, что профиль дыхания зарегистрирован, и вы можете переходить к выполнению нужного теста.

Для измерения жизненной емкости легких при медленном выдохе (резервный объем выдоха):

– после звукового сигнала медленно, максимально глубоко вдохнуть;

– медленно, максимально глубоко выдохнуть.

Для измерения жизненной емкости легких при медленном вдохе (резервный объем вдоха):

– после звукового сигнала медленно, максимально глубоко выдохнуть;

– медленно, максимально глубоко вдохнуть.

Для окончания теста нажать ОК.

Измерение максимальной вентиляции легких (МВЛ)

Для измерения максимальной вентиляции легких:

– сделать несколько форсированных вдохов и выдохов, дыша при этом настолько глубоко, насколько возможно. Идеальная частота дыхательных движений – 30 в мин.

Тест автоматически прекращается по прошествии 12 с.

Для завершения теста нажать ОК.

2.6. Пульсоксиметрия

Пульсоксиметрия проводилась с помощью цифровых пульсоксиметров NONIN 3100 WristOx и модели 9847 с возможностью измерения CO₂ и обрабатывалась с помощью программного обеспечения Nvision версии 5.0. Для определения SpO₂ и частоты пуль-

са в приборах используется «золотой стандарт» неинвазивного расчета сатурации, основанный на измерении разницы поглощения красного и инфракрасного излучения тканями. Пульсоксиметр автоматически анализирует сигнал, поступающий с датчика и индицирует пригодность сигнала для измерения сатурации и частоты пульса цветом специального индикатора, зажигающегося при переходе новой пульсовой волны.

Для измерения парциального давления углекислого газа в выдыхаемом воздухе в приборе также используется метод спектрального поглощения света. Для этого специальный адаптер надевается на прозрачную интубационную трубку. Результаты определения EtCO_2 выводятся на индикаторе пороговых значений.

Конструкция приборов разработана таким образом, что в процессе эксплуатации не требуется периодической калибровки измерительного тракта. Математические вычисления производятся аппаратными и программными способами.

Пульсоксиметр NONIN 3100 WristOx является небольшим размещаемым на запястье прибором, который измеряет и отображает на дисплее результаты измерений, а также сохраняет в памяти значения сатурации (SpO_2) и частоты пульса. Прибор предназначен для продолжительных наблюдений или однократного обследования спортсменов.

Свойства сохранения данных в памяти. 3100 WristOx может сохранять в своей памяти до 33 ч измерения SpO_2 и частоты пульса при интервале 4 с, до 16 ч – при интервале 2 с и до 8 ч – при интервале 1 с. Когда место для сохранения данных заканчивается, новые результаты измерений записываются поверх наиболее старых. Запоминаются лишь промежутки измерений, превышающие по длительности 1 мин. Во всем диапазоне измерений SpO_2 от 0 до 100% данные записываются с шагом 1%.

Значения частоты пульса сохраняются в диапазоне от 18 до 300 уд./мин. В диапазоне от 18 до 200 уд./мин шаг представляет 1 уд./мин, а в диапазоне от 201 до 300 – 2 уд./мин.

Технические характеристики пульсоксиметра NONIN 3100 WristOx:

- диапазон насыщения кислородом (SpO_2)..... от 0 до 100%;
- диапазон частоты пульса от 18 до 300 уд./мин;
- отображение:

цифровые индикаторы 3-символьные,
 графические индикаторы 10-сегментный
 график гистограммы
 силы пульса;

- точность:
 - насыщения крови
 - кислородом (SpO_2)..... 70–100% ± 2 цифры,
 - частота пульса – ±3%;
- измерительная длина волны
 и мощность на выходе:
 - красная 660 нм @ 3 мв номинал,
 - инфракрасная..... 910 нм @ 3 мв номинал;
- температура от 0 до 50 °С;
- влажность..... от 10 до 90% без конденсата;
- электропитание элементы питания
 N-типа 1,5в 7,2В×1,5А; 2 шт.;
- габариты 5,08×4,45×1,9 см;
- вес 24,95 г;
- память тип энергонезависимый.

Технические характеристики пульсоксиметра NONIN модели 9847:

- измеряемый диапазон
 - насыщения кислородом (SpO_2)..... от 0 до 100%;
 - диапазон частоты пульса от 18 до 300 уд./мин;
 - индикаторы 3-цифровые, 7-сегментные;
 - длины волн при измерении красный 660 нм,
 инфракрасный 925 нм;
 - точность измерения 70–100% ± 2%,
 ниже 70% не определяется;
 - точность измерения пульса ± 3%, ± 1 единица;
 - диапазон измерения CO_2 от 0 до 75 мм рт. ст.;
 - время измерения CO_2 250 мс;
 - диапазон частоты дыхания от 1 до 60 вдох/мин;
 - точность измерения CO_2 ± 25%;
 - температура при эксплуатации от –20 °С до +50 °С,
 от 0°С до 50 °С для CO_2 ;
 - влажность..... от 10 до 90% без конденсата;
 - элементы питания 6 щелочных батарей АА типа;
 - размеры 76×152×25 мм;
 - вес 310 г.

2.7. Измерение артериального давления

Артериальное давление измерялось осциллометрическим методом, при котором используются электронные приборы. Он основан на регистрации прибором пульсаций давления воздуха, возникающих в манжете при прохождении крови через сдавленный участок артерии. Преимущества этого метода в том, что он не зависит от индивидуальных особенностей человека, производящего измерение, устойчив к шумовым нагрузкам, позволяет производить определение артериального давления при выраженном «аускультативном провале», «бесконечном тоне», слабых тонах Короткова. Эти преимущества дают возможность проводить качественный анализ артериального давления в условиях тренировочных и соревновательных нагрузок.

В исследовании был использован автоматический измеритель артериального давления UB-401 японской компании «Эй энд Ди», предназначенный для измерения величин систолического, диастолического давления, частоты сердечных сокращений с указанием времени и даты. Высокое качество прибора подтверждено:

- Европейским стандартом 93/42 ЕЕС для медицинских изделий;
- Европейским стандартом для электромедицинской аппаратуры EN 60601-1;
- Требованиями по электромагнитной совместимости EN 60601-1-2, EN 5501 1;
- Европейским стандартом для неинвазивных измерителей артериального давления EN 1060-1, prEN 1060-3.

Технические характеристики:

- метод измерения осциллометрический;
 - пределы измерений 20–280 мм рт. ст. (давление),
40–200 уд./мин (частота
сердечных сокращений);
 - способ накачивания манжеты автоматический;
 - способ выпуска воздуха из манжеты автоматический;
 - источник питания 2 элемента типа RO3 (AAA);
 - продолжительность работы
от одного комплекта батарей 400 измерений;
 - вес 93 г без элементов питания;
- Условия эксплуатации:
- температура от + 10 °С до + 40 °С;
 - влажность менее 85%.

В процессе экспериментов рассчитывалось среднее артериальное давление. Среднее АД является важнейшим показателем состояния системы кровообращения. Эта величина выражает энергию непрерывного движения крови и, в отличие от величин систолического и диастолического давлений, является устойчивой и удерживается с большим постоянством.

Определение уровня среднего артериального давления необходимо для расчета периферического сопротивления и работы сердца.

Его можно определить расчетным способом:

$$\text{АДср} = \text{АДд} - (\text{АДс} - \text{АДд})/3,$$

где АДср – среднее артериальное давление; АДс – систолическое или максимальное АД; АДд – диастолическое или минимальное АД.

2.8. Измерение концентрации глюкозы и холестерина в крови

Для измерения концентрации глюкозы и холестерина в крови применялся анализатор Аккутренд ДжиСи производства швейцарской фирмы «Рош», с использованием специально разработанных тест-полосок Accutrend Glucose (для глюкозы) и Accutrend Chlesterol (для холестерина).

Технические характеристики:

- принцип измерения метод фотометрии отражения;
- дисплей жидкокристаллический;
- время измерения:
для глюкозы 12 с,
для холестерина 180 с;
- диапазон измерения:
для глюкозы 20–600 мг/дл,
для холестерина 150–300 мг/дл;
- объем памяти:
для глюкозы 50 значений,
для холестерина 15 значений с датой.

ГЛАВА 3

Динамика показателей функциональной подготовленности дзюдоистов к нагрузке различной направленности

Функциональная подготовка спортсмена – это сложный многогранный процесс, который характеризуется большим количеством показателей. В обеспечении повышенной работоспособности принимают участие практически все физиологические системы организма, но все-таки особое место занимает кислородтранспортная система, которую обеспечивают показатели внешнего дыхания, крови, сердечно-сосудистой системы и т.д. Поэтому были проведены констатирующие эксперименты и изучена динамика показателей функциональной подготовленности дзюдоистов на нагрузку различной направленности.

3.1. Показатели внешнего дыхания

Внешнее дыхание – это первый этап в транспорте дыхательных газов. Функцией внешнего дыхания является газообмен организма с внешней средой, обеспечивающий снабжение организма кислородом и удаление из него углекислого газа. Эта функция осуществляется специализированной системой внешнего дыхания – дыхательным аппаратом. Совершенствование дыхательного аппарата является первостепенной задачей при развитии функциональной подготовки дзюдоистов. Чтобы раскрыть влияние физической нагрузки различной направленности на аппарат внешнего дыхания дзюдоистов, был проведен анализ основных показателей, характеризующих этот процесс.

Изучив результаты измерения ФЖЕЛ (рис. 1), можно отметить, что микроциклы аэробной и аэробно-анаэробной направленности приводят к повышению жизненной емкости легких, а работа в анаэробно-гликолитическом и алактатном режиме данный показатель уменьшает.

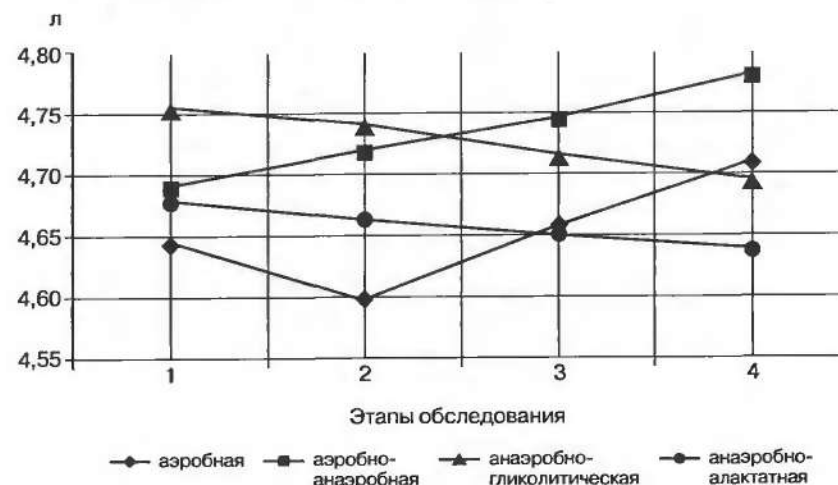


Рис. 1. Показатели форсированной жизненной емкости легких у дзюдоистов в период проведения нагрузки различной направленности

Такие данные свидетельствуют о том, что аэробный и смешанный режимы развивают жизненную емкость легких, а анаэробная направленность угнетает этот показатель.

Результаты, характеризующие бронхиальную проходимость легких (рис. 2), свидетельствуют, что аэробный и смешанный режим работы спортсменов приводит к постепенному повышению этого показателя. Анаэробно-гликолитическая работа действует угнетающе, и показатель бронхиальной проходимости легких начинает снижаться. Также к снижению этого показателя на начальном этапе приводит и анаэробно-алактатная работа, но после третьего микроцикла начинается его повышение до уровня, превосходящего все предыдущие значения.

Полученные изменения показателей бронхиальной проходимости легких говорят о сложности адаптационных процессов, происходящих в организме спортсменов. По-видимому, этот показатель совершенствуется не только большим количеством воздуха, поступающего в легкие в процессе физической работы, но и улучшением буферных систем, задействованных в основном в анаэробном режиме деятельности.

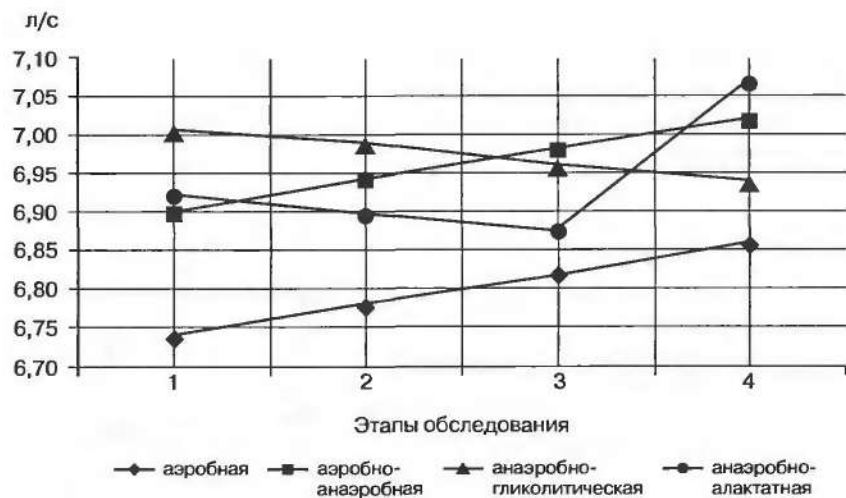


Рис. 2. Показатели бронхиальной проходимости легких у дзюдоистов в период проведения нагрузки различной направленности

Из анализа данных, характеризующих силу инспираторных мышц (рис. 3), следует вывод о том, что аэробная и смешанная работа приводит к увеличению этого показателя, а анаэробная направленность — к его уменьшению.

Такие результаты свидетельствуют, что аэробный и смешанный режимы оказывают положительное влияние на совершенствова-

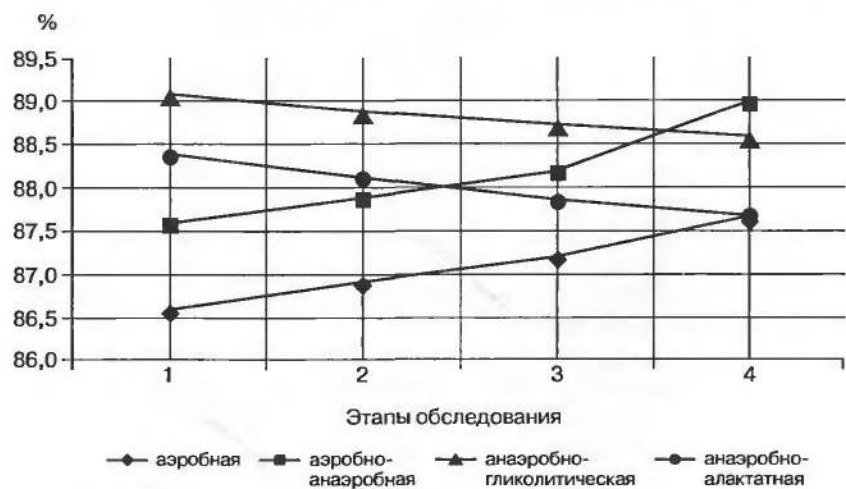


Рис. 3. Показатели силы инспираторных мышц дзюдоистов в период проведения нагрузки различной направленности

ние мышц вдоха, а более напряженная работа в анаэробном режиме сбивает дыхание и препятствует работе вдоха, что сказывается на силе инспираторных мышц.

Результаты измерения силы экспираторных мышц (рис. 4) дают возможность заключить, что аэробная работа приводит на начальном этапе к медленному снижению этого показателя, а в дальнейшем к его резкому падению. Аэробно-анаэробная направленность приводит к медленному постепенному снижению этого показателя, а анаэробная направленность — к его увеличению в анаэробно-гликолитическом режиме и к более существенному росту при анаэробно-алактатной работе.

Полученные данные говорят о том, что аэробный и смешанный режимы оказывают отрицательное влияние на совершенствование мышц выдоха, а более напряженная работа в анаэробном режиме мобилизует организм спортсменов на выделение повышенного содержания углекислого газа через дыхание и улучшает работу выдоха, что сказывается на силе экспираторных мышц.

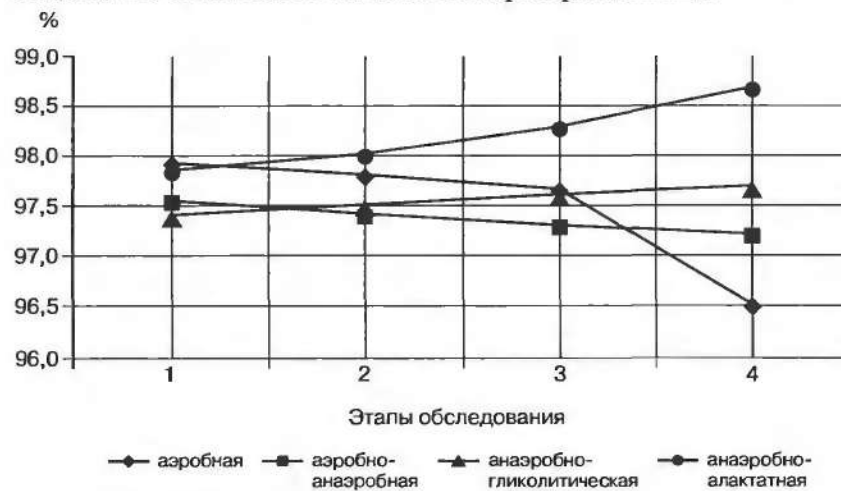


Рис. 4. Показатели силы экспираторных мышц дзюдоистов в период проведения нагрузки различной направленности

Анализируя показатели мощности дыхательной мускулатуры (рис. 5), можно отметить, что аэробная работа на протяжении двух микроциклов существенно не влияет на них, но после третьего микроцикла происходит резкое падение мощности дыхательной мускулатуры. Смешанная работа аэробно-анаэробной направленности, наоборот, в начале приводит к повышению мощности работы

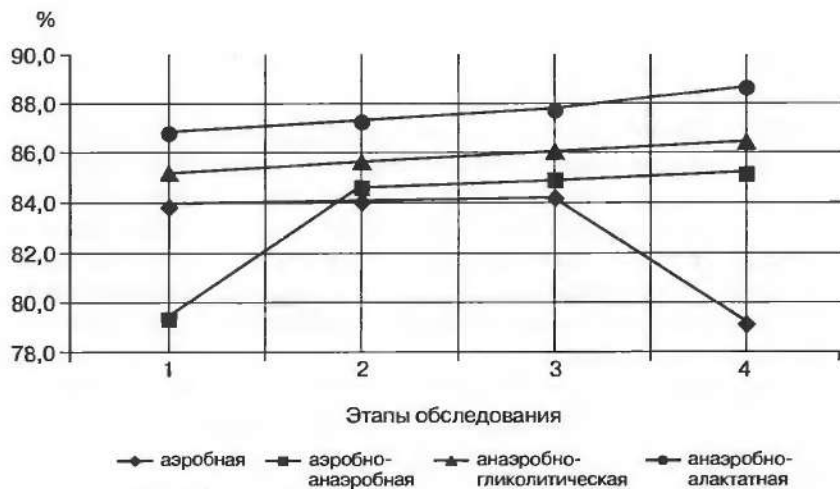


Рис. 5. Показатель мощности дыхательной мускулатуры дзюдоистов в период проведения нагрузки различной направленности

дыхательной мускулатуры, а затем в результате адаптации влияние ее на увеличение силы очень уменьшается. Анаэробный режим работы при гликолитической и алактатной направленности постепенно увеличивает мощность дыхательной мускулатуры.

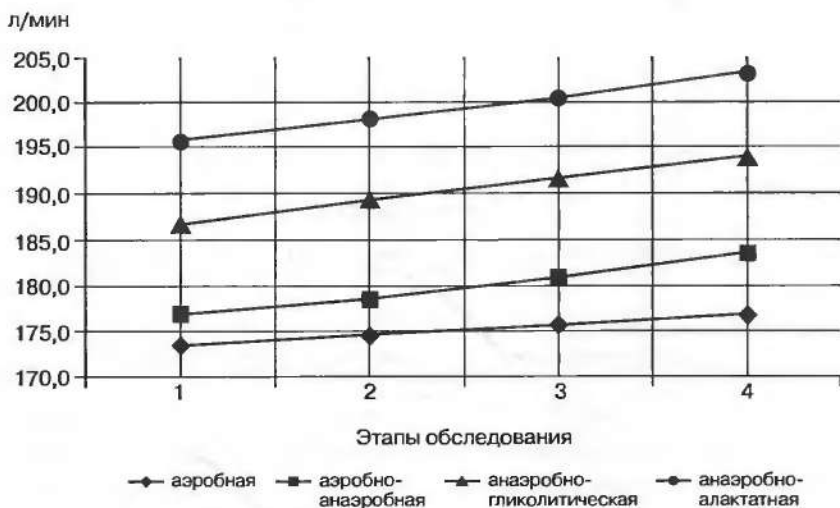


Рис. 6. Показатель максимальной вентиляции легких у дзюдоистов в период проведения нагрузки различной направленности

Такие результаты свидетельствуют о том, что чем сложнее в физиологическом плане исполнение предложенной работы, тем благоприятнее условия для повышения мощности дыхательной мускулатуры дзюдоистов.

Результаты измерения максимальной вентиляции легких (рис. 6) дают основания утверждать, что любая функциональная работа приводит к увеличению этого показателя, причем абсолютные значения постепенно увеличиваются от аэробной до анаэробно-алактатной направленности.

Такие изменения показателей максимальной вентиляции легких раскладывают функциональную нагрузку различной направленности по степени воздействия на спортсменов, постепенно увеличивая напряжение выполняемой работы и включая дополнительные механизмы адаптации организма.

3.2. Общие показатели крови

Нормальная жизнедеятельность клеток организма возможна только при условии постоянства его внутренней среды. Истинной внутренней средой организма является межклеточная жидкость, которая непосредственно контактирует с клетками. Но постоянство межклеточной жидкости во многом определяется составом крови и лимфы, поэтому в широком понимании внутренней среды в ее состав включают: межклеточную жидкость, кровь и лимфу, а также спинномозговую, составную, плевральную и другие жидкости. Между кровью, межклеточной жидкостью и лимфой осуществляется постоянный обмен, направленный на обеспечение непрерывного поступления к клеткам необходимых веществ и удаление продуктов жизнедеятельности.

Постоянство химического состава и физико-химических свойств внутренней среды организма называется гомеостазом. Гомеостаз – это динамическое постоянство внутренней среды, которое характеризуется множеством относительно постоянных количественных показателей, получивших название физиологических констант. Они обеспечивают оптимальные условия жизнедеятельности клеток организма и отражают его нормальное состояние. Управление с помощью физических упражнений гомеостазом организма и является основной задачей функциональной подготовки дзюдоистов.

Важнейшим компонентом внутренней среды организма является кровь – жидкая ткань организма. В систему крови входят: регулирующий нейрогуморальный аппарат, а также органы, в которых

происходит образование и разрушение клеток крови (костный мозг, лимфатические узлы, вилочковая железа, селезенка, печень).

При развитии функциональной подготовки большое значение имеет состояние крови, которая является связующим звеном и объединяет все работающие органы в единую систему. Основными функциями кровеносной системы при выполнении физической работы различной мощности являются транспортная и дыхательная, с помощью которых в организме переносятся различные питательные вещества, гормоны и кислород – от органов дыхания к клеткам организма и углекислый газ – от клеток к легким.

Кровь как жидкая ткань организма характеризуется множеством констант, которые можно разделить на мягкие и жесткие.

Мягкие константы крови могут отклоняться (изменять свою величину) от константного уровня в относительно широких пределах без существенных изменений жизнедеятельности клеток и, следовательно, функций организма. К мягким константам относятся: количество циркулирующей крови, соотношение объемов плазмы и форменных элементов, количество гемоглобина, скорость оседания эритроцитов, вязкость крови, относительная плотность крови и др.

Жесткие константы крови, их колебание допустимо в очень небольших диапазонах, т. к. отклонение на значительные величины приводит к нарушению жизнедеятельности клеток или функций целого организма. К жестким константам относятся: постоянство ионного состава крови, количество белков в плазме, осмотическое давление крови, количество глюкозы, кислорода и углекислого газа, кислотно-основное равновесие (рН) крови и др.

В связи с этим было рассмотрено влияние физической работы различной энергетической направленности на общий состав крови дзюдоистов, который показал динамику показателей эритроцитов, гемоглобина, гематокрита, тромбоцитов, лейкоцитов, лимфоцитов и СОЭ при работе в аэробном, смешанном, анаэробно-алактатном и анаэробно-гликолитическом режимах работы.

Эритроциты – это красные кровяные клетки, которые играют важнейшую роль в жизни и функционировании нашего организма.

Эритроциты выполняют в организме следующие задачи, связанные с функциональной подготовкой:

- дыхательная – перенос кислорода от альвеол легких к тканям и углекислого газа – от тканей к легким;
- регуляция рН крови благодаря одной из мощнейших буферных систем крови – гемоглобиновой;

- питательная – перенос на своей поверхности аминокислот от органов пищеварения к клеткам организма;

- защитная – адсорбция на своей поверхности токсических веществ;

- транспортная – эритроциты являются носителями разнообразных ферментов и витаминов.

В результате применения аэробной нагрузки у дзюдоистов в первый микроцикл количество эритроцитов увеличилось незначительно, после второго микроцикла произошло резкое увеличение, которое постепенно продолжало увеличиваться и после прекращения нагрузки (рис. 7).

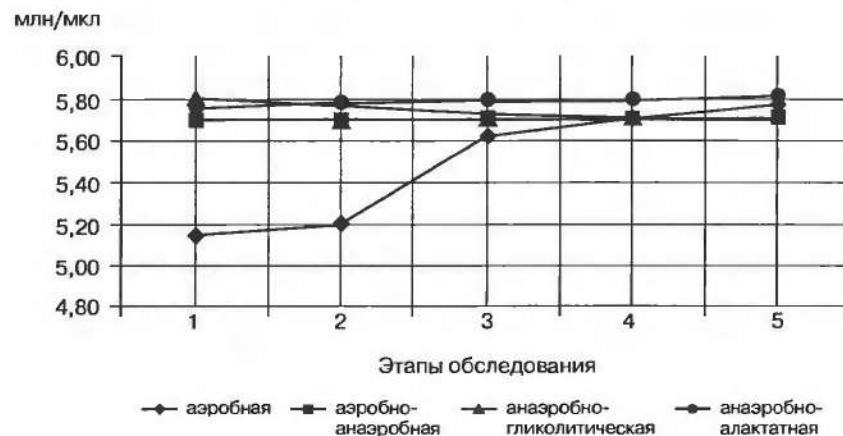


Рис. 7. Показатели эритроцитов крови дзюдоистов в период проведения функциональной нагрузки различной направленности

Данная динамика показывает большое влияние аэробной работы на реакцию организма в сторону увеличения эритроцитов, но в пределах физиологической нормы.

При аэробно-анаэробной нагрузке количество эритроцитов практически не изменилось, а после анаэробно-алактатной оно снизилось и на этом уровне оставалось при работе анаэробно-гликолитической направленности (рис. 7).

Такие изменения свидетельствуют о том, что при аэробной работе происходит увеличение кислородной емкости крови, аэробно-анаэробная нагрузка приводит к стабилизации этого показателя, а начиная с анаэробно-алактатной и гликолитической направленности происходит тренировка буферной системы крови.

Все изменения показателей эритроцитов при различной направленности функциональной подготовки дзюдоистов происходят в пределах физиологической нормы.

Содержание гемоглобина в крови определяет ее кислородную емкость и, следовательно, ее кислородтранспортные возможности.

Гемоглобин является основной составной частью эритроцитов и обеспечивает дыхательную функцию крови, являясь дыхательным пигментом. Он находится внутри эритроцитов, а не в плазме крови, что обеспечивает уменьшение ее вязкости, а также выполняет буферные функции (поддержание pH).

Применение функциональной подготовки различной направленности привело к постепенному увеличению гемоглобина после всех видов нагрузки. Причем после аэробной направленности произошло более значительное повышение гемоглобина, что предположительно связано с реакцией организма на потребность увеличения кислородтранспортной функции крови (рис. 8).

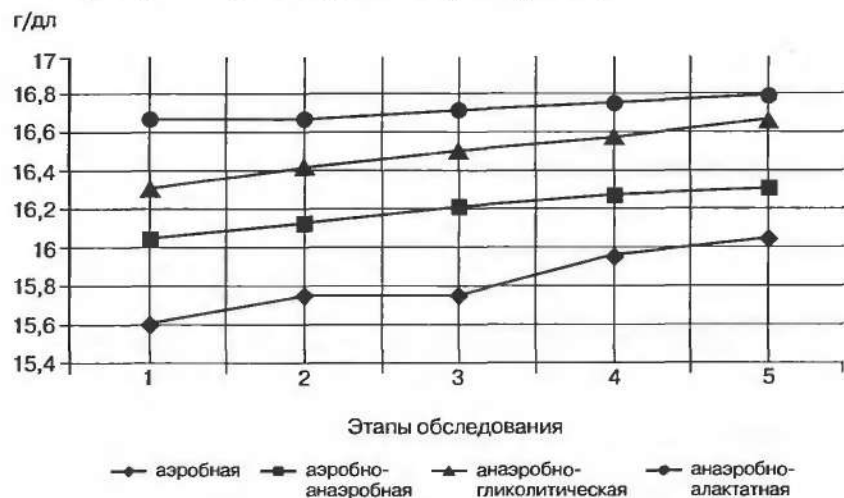


Рис. 8. Показатели гемоглобина крови дзюдоистов в период проведения функциональной нагрузки различной направленности

При аэробно-анаэробной направленности нагрузки гемоглобин увеличивался постепенно, но на более высоком в абсолютном исчислении уровне. В мезоциклах анаэробно-алактатной и гликолитической направленности происходило также постепенное увеличение гемоглобина, но каждый раз на более высоком уровне.

Таким образом, видно, что в результате функциональной нагрузки различной направленности увеличивается кислородная

емкость крови, причем предыдущая работа является основой для более эффективной работы другой направленности. Такую динамику показателя, находящегося в пределах физиологической нормы, можно считать положительной.

Гематокрит — это доля от общего объема крови, которую составляют эритроциты. Он отражает соотношение эритроцитов и плазмы крови, а не общее количество эритроцитов, является показателем вязкости крови спортсменов. Норма — 39–49%.

Применение функциональной нагрузки различной направленности привело к различным изменениям гематокрита (рис. 9). Так, в результате применения аэробной нагрузки в течение трех микроциклов показатели гематокрита сначала значительно, а затем постепенно снижались, снижение продолжалось и в следующую после прекращения выполнения аэробной нагрузки неделю. Таким образом можно констатировать, что аэробная работа включает механизмы, препятствующие образованию вязкости крови у спортсменов.

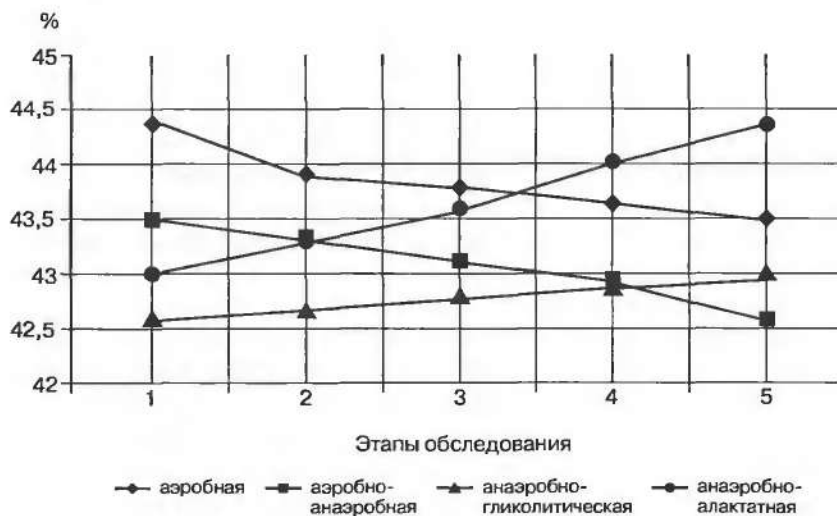


Рис. 9. Показатели гематокрита крови дзюдоистов в период проведения функциональной нагрузки различной направленности

Применение аэробно-анаэробной нагрузки также привело к дальнейшему снижению показателя на более низкий уровень. Вследствие этого можно предположить, что в результате аэробной и аэробно-анаэробной нагрузки происходит увеличение общей цир-

куляции крови, что приводит к уменьшению ее вязкости и увеличивает проходимость эритроцитов и других энергетических веществ в клетки.

Применение анаэробно-алактатной нагрузки приводит к увеличению гематокрита, что повышает вязкость крови. Это связано с понижением рН крови и увеличением анаэробного метаболизма. Анаэробно-гликолитическая нагрузка еще больше увеличивает гематокрит в крови, что приводит к значительному ацидозу и максимальному увеличению анаэробных механизмов энергообеспечения. При всех изменениях гематокрит находился в пределах физиологической нормы.

Тромбоциты – форменные элементы крови, участвующие в гемостазе; это мелкие безъядерные клетки овальной или круглой формы, их диаметр 2 – 4 мкм. В спокойном состоянии в кровотоке тромбоциты имеют дисковидную форму. При активации клеток они приобретают сферичность и образуют специальные выросты – псевдоподии. С помощью подобных выростов кровяные пластинки могут слипаться друг с другом или прилипать к поврежденной сосудистой стенке.

Значение тромбоцитов в функциональной подготовке спортсменов в том, что они обладают способностями к переносу биологически активных веществ, а также циркулирующих иммунных комплексов, и позволяют обеспечивать гемостаз в мелких сосудах при повреждениях. Тромбоциты содержат большое количество серотонина и гистамина, которые влияют на величину просвета и проницаемость капилляров, определяя тем самым состояние гистогематических барьеров. Продолжительность жизни тромбоцитов составляет от 5 до 11 дней.

Наблюдения за показателями тромбоцитов в период аэробной и аэробно-анаэробной нагрузок показывают постепенное динамичное увеличение как во время проведения тренировок, так и через десять дней после окончания первого и начала второго исследования (рис. 10). Такое увеличение может свидетельствовать о том, что в процессе мышечного напряжения в условиях аэробной и аэробно-анаэробной работы вырабатываются механизмы, направленные на поддержание регуляции свертывания крови, которые влияют на гомеостаз и иммунную систему организма спортсменов.

При анаэробно-алактатной работе произошло незначительное увеличение тромбоцитов, а затем медленное его снижение, которое продолжилось и при анаэробно-гликолитической нагрузке. Это может свидетельствовать о том, что адаптационные механизмы

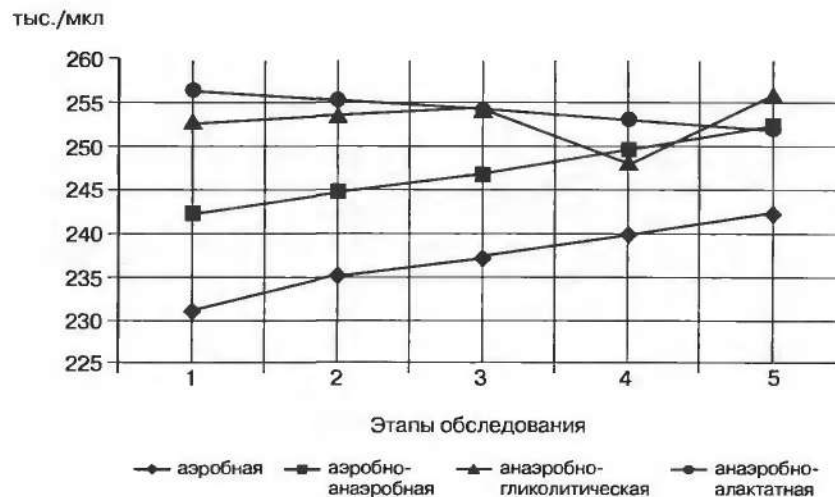


Рис. 10. Показатели тромбоцитов крови дзюдоистов в период проведения функциональной нагрузки различной направленности

организма выработали определенные защитные реакции для данной нагрузки, что привело к уменьшению тромбоцитов в крови спортсменов.

Необходимо отметить, что изменение тромбоцитов в период тренировочной нагрузки не превышало физиологической нормы и находилось в среднем диапазоне измерения.

Лейкоциты – форменные элементы крови, отвечающие за распознавание и обезвреживание чужеродных компонентов, иммунную защиту организма от вирусов и бактерий, устранение отмирающих клеток и гомеостаз организма. Образование лейкоцитов (лейкопоэз) проходит в костном мозге и лимфоузлах. Существует пять видов лейкоцитов: нейтрофилы, лимфоциты, моноциты, эозинофилы, базофилы. Число лейкоцитов меняется (миогенный лейкоцитоз) в результате физической нагрузки и стрессов, что представляет интерес при развитии функциональной подготовки дзюдоистов.

Лейкоциты являются одной из самых реактивных клеточных систем организма, поэтому их количество и качественный состав изменяются при самых различных воздействиях.

Анализ динамики лейкоцитов при функциональной нагрузке показал различную реакцию организма на разные виды тренировки, что приводило как к увеличению, так и уменьшению показателя в пределах физиологической нормы (рис. 11).

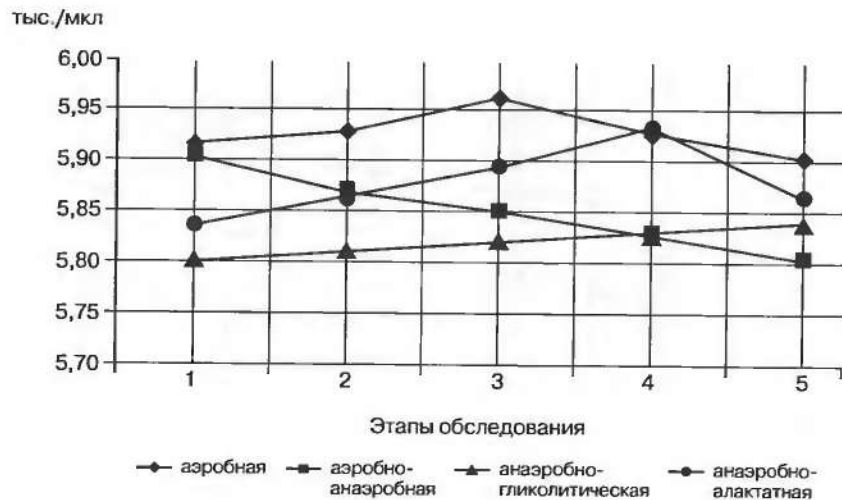


Рис. 11. Показатели лейкоцитов крови дзюдоистов в период проведения функциональной нагрузки различной направленности

После применения аэробной нагрузки количество лейкоцитов в крови спортсменов в первые два микроцикла увеличивалось, а затем началось постепенное снижение до первоначального уровня. Аэробно-анаэробная работа привела к дальнейшему снижению показателя лейкоцитов крови ниже исходного уровня. При работе анаэробно-гликолитической направленности количество лейкоцитов значительно увеличилось, а при анаэробно-алактатной начало постепенно снижаться в абсолютном показателе. После прекращения тренировок количество лейкоцитов продолжало постепенно снижаться.

Такая динамика лейкоцитоза и лейкопении может свидетельствовать о начальном большом воздействии нагрузки на организм спортсменов, что в дальнейшем привело к перестройкам функциональных систем и нейтрализации отрицательных воздействий, и выразилось в значительном понижении показателя – ниже исходного уровня. Необходимо отметить, что все изменения происходили в пределах физиологической нормы.

Лимфоциты являются центральным звеном иммунной системы организма. Они осуществляют формирование специфического иммунитета, синтез защитных антител, обеспечивают иммунную память. Лимфоциты делят на три группы: Т – тимусзависимые, В – бурсазависимые и 0 – нулевые.

Тренировка влияет на морфологический состав белой крови. Так, у спортсменов нередко наблюдается в покое увеличение содержания лимфоцитов до 35%. Такой лимфоцитоз находится в связи со свойственным тренированным лицам вегетативно-нервным тонусом и оценивается как признак хорошего состояния организма. В связи с этим было интересно пронаблюдать изменения данного показателя в результате функциональной тренировки.

При проведении функциональной подготовки лимфоциты крови спортсменов изменялись по-разному (рис. 12). Так, проведение аэробной работы привело к тому, что показатели лимфоцитов в кровеносной системе спортсменов в первые два микроцикла незначительно уменьшились, в течение третьего микроцикла произошла стабилизация и после окончания нагрузки через десять дней началось его увеличение.

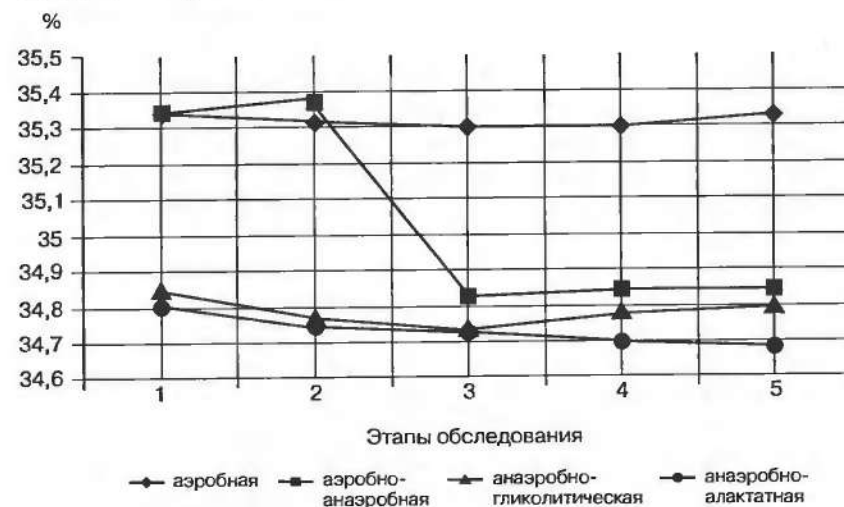


Рис. 12. Показатели лимфоцитов крови дзюдоистов в период проведения функциональной нагрузки различной направленности

Тренировка аэробно-анаэробной направленности в начале привела к увеличению показателя, а затем к резкому и значительному уменьшению, что свидетельствует о значительном воздействии на иммунную систему данной нагрузки. На третьем микроцикле количество лимфоцитов стабилизировалось на уровне первоначального падения. Работа в анаэробно-гликолитическом режиме привела к дальнейшему уменьшению показателя, и стабилизации количества лимфоцитов на более низком уровне. Анаэробно-

алактатная нагрузка также привела к значительному уменьшению показателя на протяжении всего цикла тренировки.

Такая динамика показателя лимфоцитов крови спортсменов характеризует уменьшение иммунитета дзюдоистов в процессе тренировок, направленных на увеличение анаэробно-алактатных и анаэробно-гликолитических возможностей организма, но увеличивает его в аэробном режиме. Все показатели в период исследования были в пределах физиологической нормы.

Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) зависит от многих факторов: количества, объема, формы и величины заряда эритроцитов, их способности к агрегации, белкового состава плазмы. СОЭ увеличивается при стрессе, воспалительных заболеваниях, физической нагрузке, при уменьшении числа эритроцитов, при увеличении содержания фибриногена. СОЭ снижается при увеличении количества альбуминов. Многие стероидные гормоны, а также лекарственные вещества вызывают повышение СОЭ. В связи с динамичностью этого показателя было решено посмотреть его изменения при функциональных нагрузках различной энергетической направленности. Результаты исследования показали, что СОЭ увеличивается при всех видах тренировочных воздействий, причем картина динамики примерно одинаковая, но уровень изменения разный (рис. 13).

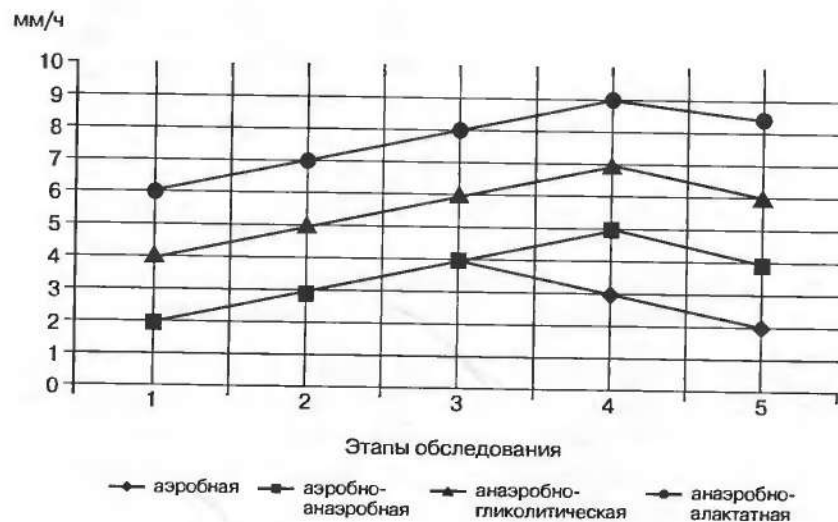


Рис. 13. Показатели СОЭ крови дзюдоистов в период проведения функциональной нагрузки различной направленности

При аэробной направленности нагрузки уровень показателя СОЭ наименьший. При аэробно-анаэробной и алактатной нагрузках скорость оседания эритроцитов увеличивается и достигает своего максимума при анаэробно-гликолитической работе. После окончания работы при всех видах воздействия СОЭ стремится к уменьшению показателя.

Такие изменения можно оценить как ответную реакцию организма на первоначальный стресс и затем адаптацию функциональных систем к предлагаемой работе. Изменения происходили в пределах физиологической нормы.

Таким образом, в результате применения функциональной нагрузки различной направленности в системе крови дзюдоистов происходят устойчивые изменения общих показателей крови, что приводит к улучшению работы различных ее функций:

- аэробной направленности – совершенствует транспортную, дыхательную;
- аэробно-анаэробная направленность совершенствует дыхательную, трофическую, экскреторную;
- анаэробно-гликолитическая и лактатная нагрузка совершенствует трофическую, регуляторную, экскреторную, терморегуляторную, защитную, осуществление креаторных связей, гомеостатическая.

Функции крови:

- транспортная – выражается в том, что кровь транспортирует различные вещества: кислород, углекислый газ, питательные вещества, гормоны и т. д.;
- дыхательная – перенос кислорода от органов дыхания к клеткам организма и углекислого газа от клеток к легким;
- трофическая – перенос питательных веществ от пищеварительного тракта к клеткам организма;
- экскреторная – транспорт конечных продуктов обмена веществ (мочевины, мочевой кислоты, углекислого газа и др.), а также избыточной воды, органических и минеральных веществ к органам выделения (почки, легкие, потовые железы и др.);
- терморегуляторная – выражается в том, что кровь, обладая большой теплоемкостью, транспортирует тепло от более нагретых органов к менее нагретым и органам теплоотдачи, т.е. способствует перераспределению тепла в организме и поддержанию температуры тела;
- защитная – проявляется в процессах гуморального и клеточного специфического и неспецифического иммунитета, а также в процессах свертывания (коагуляции) крови;

- регуляторная – проявляется в доставке гормонов, пептидов и других биологически активных веществ к клеткам организма;
- осуществление креаторных связей – передача с помощью макромолекул информации, которая обеспечивает регуляцию внутриклеточных процессов синтеза белка;
- гомеостатическая – участие крови в поддержании постоянства внутренней среды организма (рН, водного баланса, уровня глюкозы и др.).

3.3. насыщение артериальной крови кислородом

Во время выполнения физической работы мышцам необходимо большое количество кислорода. Потребление O_2 и продукция CO_2 возрастают при физической нагрузке в среднем в 15–20 раз. Обеспечение организма кислородом достигается сочетанием усилия функции дыхания и кровообращения. Уже в начале мышечной работы вентиляция легких быстро увеличивается. Применение физических нагрузок различной направленности приводит к различному уровню гипоксии организма, что в свою очередь значительно влияет на функциональную подготовку дзюдоистов. Для изучения этого явления был проведен ряд констатирующих экспериментов и проведен анализ показателей, определяющих эффективность насыщения артериальной крови кислородом (SpO_2).

Анализ результатов насыщения артериальной крови кислородом показал, что базовая сатурация SpO_2 , которая характеризует степень насыщения крови кислородом во время аэробной работы, после каждого микроцикла незначительно уменьшается. Показатель SpO_2 незначительно отличается от первоначального показателя, который был получен в состоянии покоя спортсменов. Минимальное насыщение крови кислородом в процессе эксперимента постепенно уменьшалось и в конце было на уровне 85,3%. Средний показатель среди наименьших значений сатурации также уменьшался и составил 87,9%. Все показатели, характеризующие насыщение артериальной крови кислородом, уменьшались на фоне повышения частоты сердечных сокращений (ЧСС), который характеризует мощность проделанной работы.

Таким образом, можно констатировать, что в результате проделанной аэробной работы в организме спортсменов не происходит значительных изменений в системе насыщения артериальной крови кислородом, но постепенно повышается объем и интенсивность выполняемой работы. Это характеризует мягкое включение адап-

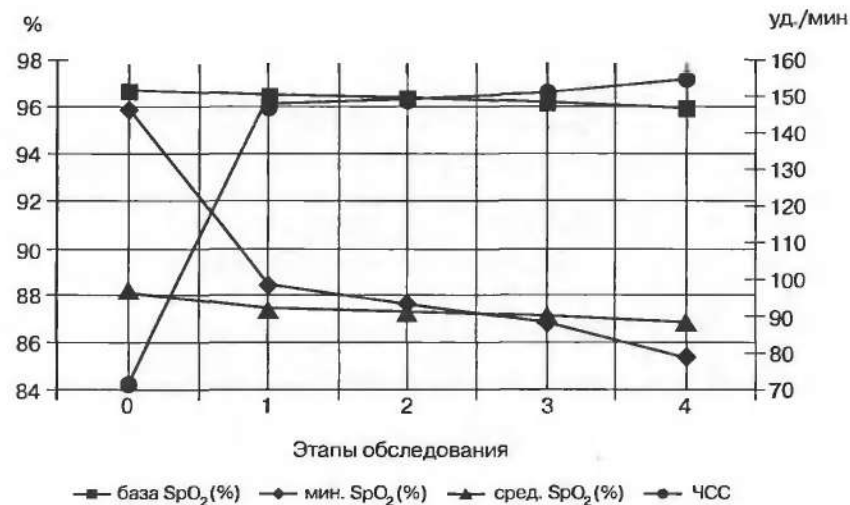


Рис. 14. Показатели насыщения артериальной крови и ЧСС дзюдоистов в период проведения функциональной нагрузки аэробной направленности

тационных механизмов организма спортсменов к предлагаемой аэробной работе (рис. 14).

Анализ результатов аэробно-анаэробной работы показал более значительное уменьшение базового значения сатурации SpO_2 до 95,18%, что характеризует более значительное воздействие нагрузки на организм спортсменов. Это подтверждает минимальное значение сатурации и показатель среднего среди минимальных значений, которые уменьшились соответственно до 80,6% и 82,2%. Уменьшение показателей насыщения крови кислородом происходило при постепенном увеличении показателя ЧСС, который в конце мезоцикла аэробно-анаэробной направленности составил 177,2 уд./мин (рис. 15). Такие изменения могут характеризовать более мощную работу, проделанную дзюдоистами, и способность проводить ее на сниженном уровне насыщения крови кислородом, что свидетельствует о тренировке эффективности адаптационных механизмов организма.

Анализ результатов анаэробно-гликолитической работы показал еще более значительное уменьшение базового значения сатурации SpO_2 – до 94,18%, что характеризует сильное воздействие нагрузки на организм спортсменов. Это подтверждает минимальное значение сатурации и показатель среднего среди минимальных значений, которые уменьшились соответственно до 76,3%

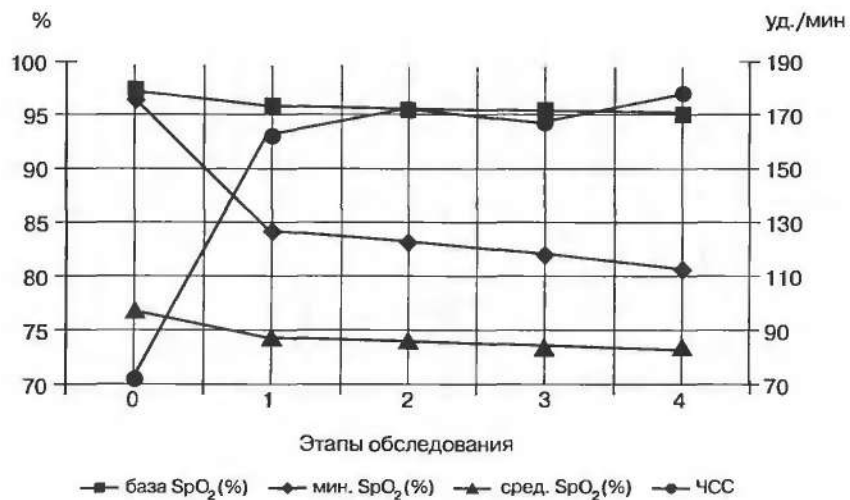


Рис. 15. Показатели насыщения артериальной крови и ЧСС дзюдоистов в период проведения функциональной нагрузки аэробно-анаэробной направленности

и 77%. Уменьшение показателей насыщения крови кислородом происходило при дальнейшем увеличении показателя ЧСС, который в конце мезоцикла анаэробно-гликолитической направленности составил 192,4 уд./мин (рис. 16). Такие изменения могут характеризовать очень мощную работу, проделанную дзюдоистами, и спо-

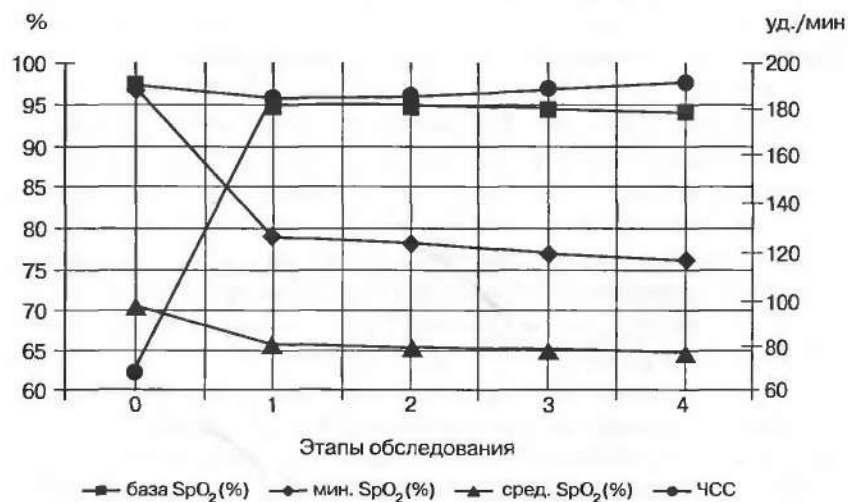


Рис. 16. Показатели насыщения артериальной крови и ЧСС в период проведения нагрузки анаэробно-гликолитической направленности

собность проводить работу на низком уровне насыщения крови кислородом, это свидетельствует о включение в тренировку дополнительных адаптационных механизмов организма.

Анализ результатов анаэробно-алактатной работы, показал наименьшее базовое значение сатурации SpO₂ – на уровне 92,88%, это характеризует очень сильное воздействие нагрузки на организм спортсменов. Минимальное значение сатурации и показатель среднего среди минимальных значений, уменьшились соответственно до 68,2% и 70,8%. Такие результаты характеризуют высокий уровень гипоксии организма, но увеличение показателя ЧСС, который в конце мезоцикла анаэробно-алактатной направленности составил 198,6 уд./мин. Это позволяет сделать вывод о том, что адаптационные механизмы организма спортсменов способны в таких сложных физиологических условиях выполнять поставленную задачу (рис. 17).

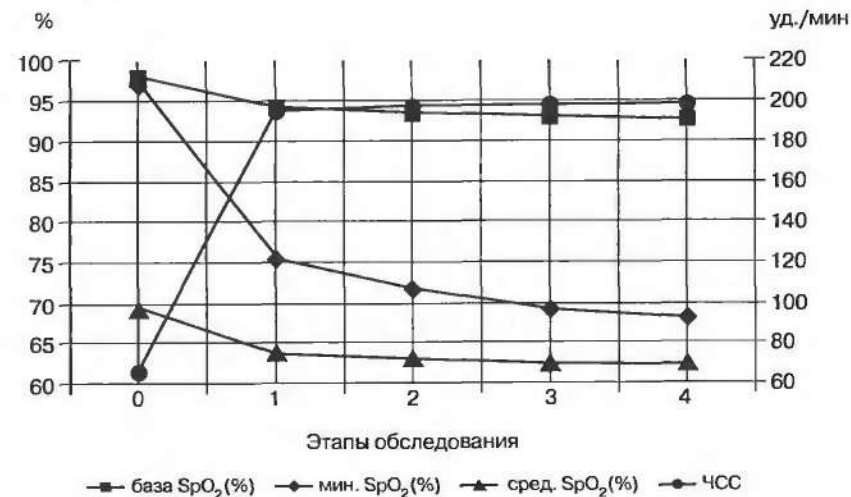


Рис. 17. Показатели насыщения артериальной крови дзюдоистов и ЧСС в период проведения анаэробно-алактатной нагрузки

Представляет интерес анализ начальных данных, которые были получены в положении покоя перед началом каждого мезоцикла тренировки. Так, все значения сатурации SpO₂, характеризующие насыщение крови кислородом, в покое увеличивались, а ЧСС уменьшалась в процессе всего эксперимента (рис. 18). Это положение создавало более выгодные условия для восстановления организма спортсменов в посттренировочный период.

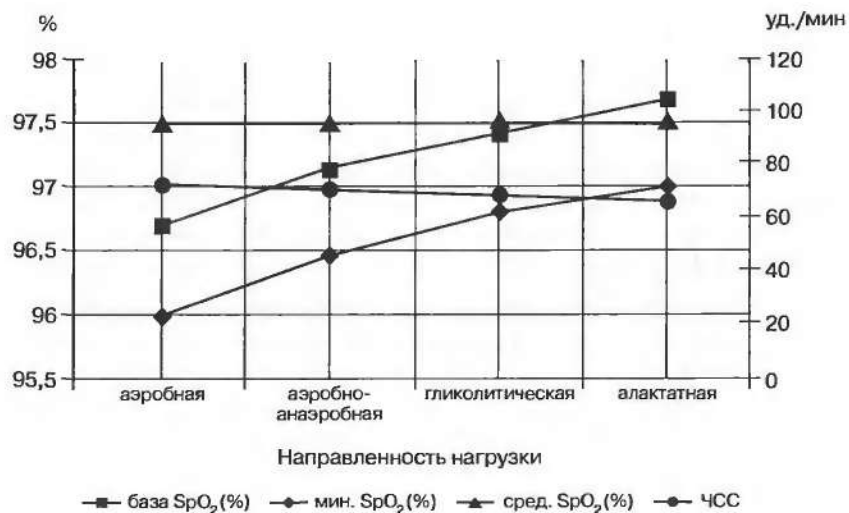


Рис. 18. Начальные показатели насыщения артериальной крови и ЧСС дзюдоистов в период проведения функциональной нагрузки различной направленности

3.4. Показатели глюкозы и холестерина крови

Углеводы и липиды в организме выполняют разнообразные биологические функции, одной из основных является – энергетическая. Углеводы обеспечивают около 50–60 % суточного энергопотребления организма, а при мышечной деятельности на выносливость – до 70 %. При окислении 1 г углеводов выделяется 17 кДж энергии (4,1 ккал). В качестве основного энергетического источника в организме используется свободная глюкоза или запасенные углеводы в виде гликогена. При распаде 1 г жира освобождается 39 кДж (9,3 ккал) энергии, что значительно больше, чем при окислении углеводов. В форме гликогена организм может запастись энергией для обеспечения основного обмена не более чем на сутки, тогда как в форме триглицеридов – на несколько месяцев.

Молекулы углеводов и липидов состоят из атомов углерода, водорода и кислорода. Однако содержание кислорода по отношению к другим атомам значительно меньше, чем в углеводах, поэтому для окисления жиров требуется значительно большее количество кислорода, чем для окисления углеводов.

Одним из участников биосинтеза жиров является холестерин. Холестерин в организме человека синтезируется практически во

всех органах и тканях. Исходным веществом для его синтеза служит активная форма уксусной кислоты – ацетил-КоА. Синтез холестерина осуществляется в цитоплазме и в эндоплазматическом ретикулуме и требует наличия энергии в виде молекул АТФ и НАДФН. Содержание холестерина в крови зависит от скорости его синтеза и распада в тканях. Скорость синтеза зависит от активности ряда ферментов и регулируется гормонами – инсулином и глюкагоном.

Исследования жиров в энергообеспечении мышечной деятельности показали, что оно зависит от интенсивности, длительности нагрузки, а также уровня тренированности спортсмена и от степени вовлечения в процессы сокращения различных типов мышечных волокон.

Углеводы и липиды являются главными энергетическими субстратами для ресинтеза АТФ при интенсивных и длительных физических нагрузках. От их содержания в скелетных мышцах и печени зависит физическая работоспособность, развитие процессов утомления. В тканях возможны два основных механизма окисления углеводов и липидов, это без участия кислорода (анаэробно) и с его участием (аэробно).

В связи с этим был проведен анализ влияния нагрузки различной направленности на показатели глюкозы и холестерина крови дзюдоистов.

Результаты показателей глюкозы и холестерина крови дзюдоистов после проведения аэробного мезоцикла представлены на рис. 19.

Анализ результатов показал, что в результате проведения аэробной нагрузки происходит постепенное снижение концентрации глюкозы и холестерина в крови спортсменов как до тренировки, так и после выполненной работы. Показатели холестерина снижаются более существенно, чем глюкозы, что свидетельствует о липидном обеспечении аэробной работы.

Нагрузка аэробно-анаэробной направленности приводит к более сложным изменениям исследуемых показателей (рис. 20). Так, концентрация глюкозы имеет тенденцию к постепенному увеличению на протяжении всего мезоцикла, а холестерин изменяется гетерохронно. После применения первого микроцикла концентрация холестерина до и после нагрузки уменьшалась, проведение второго привело к увеличению показателей, а после третьего – к их уменьшению.

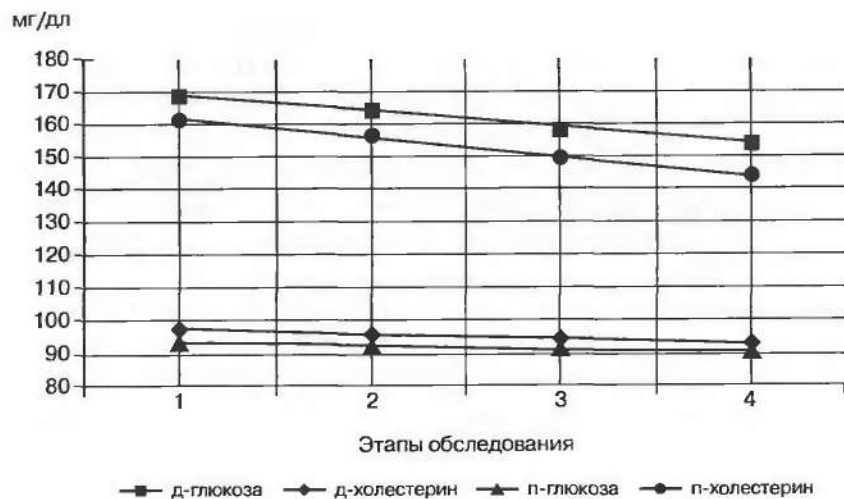


Рис. 19. Показатели глюкозы и холестерина крови дзюдоистов в период проведения нагрузки аэробной направленности (д – до нагрузки, п – после нагрузки)

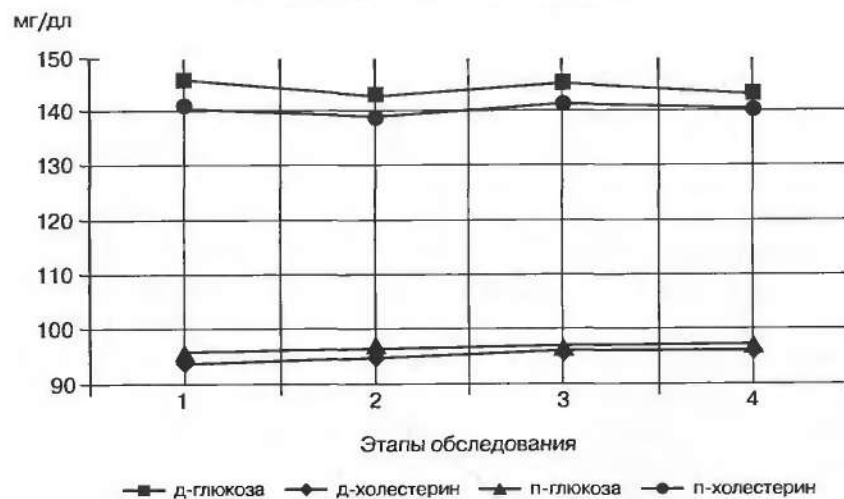


Рис. 20. Показатели глюкозы и холестерина крови дзюдоистов в период проведения нагрузки аэробно-анаэробной направленности (д – до нагрузки, п – после нагрузки)

Наблюдаемые изменения говорят о сложных адаптационных процессах в организме спортсменов, происходящих после аэробно-анаэробной нагрузки и постепенном сдвиге энергообеспечения в сторону углеводного обмена.

Нагрузка анаэробно-гликолитической направленности приводит к выравниванию показателей концентрации холестерина на протяжении всего мезоцикла и значительному повышению глюкозы в крови дзюдоистов (рис. 21).

Это свидетельствует о том, что процесс энергообеспечения при анаэробно-гликолитической нагрузке полностью переходит на углеводный ресинтез АТФ при незначительном обеспечении липидного обмена.

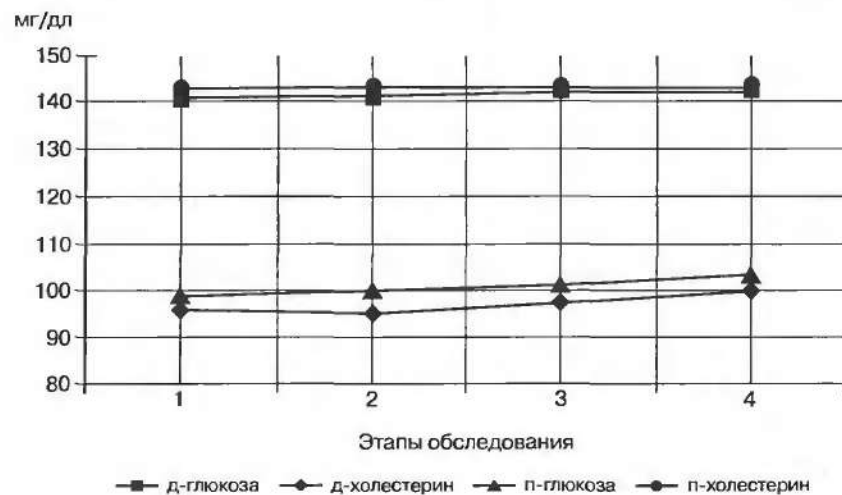


Рис. 21. Показатели глюкозы и холестерина крови дзюдоистов в период проведения нагрузки анаэробно-гликолитической направленности (д – до нагрузки, п – после нагрузки)

Нагрузка анаэробно-алактатной направленности приводит к незначительному повышению концентрации холестерина на протяжении всего мезоцикла и дальнейшему повышению глюкозы в крови дзюдоистов (рис. 22).

Полученные данные свидетельствуют о том, что процесс энергообеспечения при анаэробно-алактатной нагрузке происходит за счет углеводного ресинтеза АТФ и приводит к незначительному увеличению холестерина в крови спортсменов.

Необходимо отметить, что показатели глюкозы до и на протяжении всего исследования находились в пределах физиологической нормы. Концентрация холестерина в крови дзюдоистов до тренировочных нагрузок превышала норму примерно на 30%. Это может свидетельствовать о том, что учебно-тренировочный про-

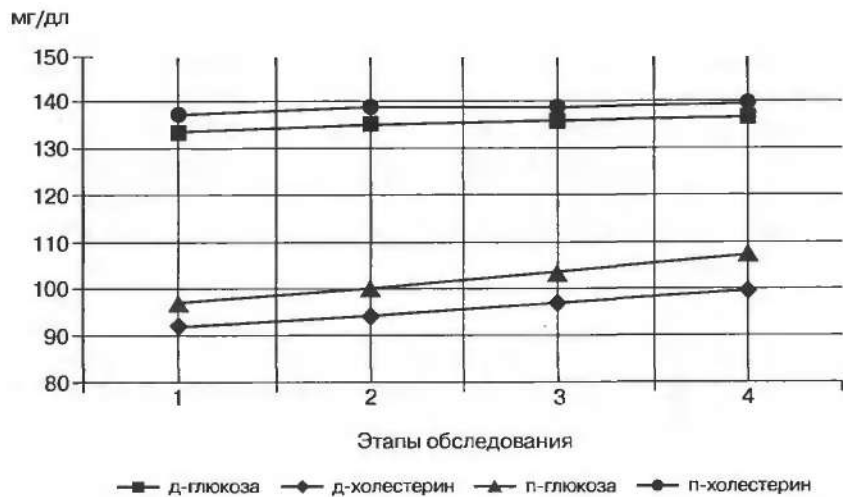


Рис. 22. Показатели глюкозы и холестерина крови дзюдоистов в период проведения нагрузки анаэробно-алактатной направленности (д – до нагрузки, п – после нагрузки)

цесс способствует увеличению концентрации холестерина в крови борцов. После применения цикла с разнонаправленными нагрузками в конце исследования показатели общего холестерина снизились на 17%.

3.5. Показатели динамического артериального давления

Большое значение придают данным о среднем динамическом артериальном давлении (СДАД), которое рассматривают как результирующую всех переменных значений давления в течение сердечного цикла во время двигательной деятельности. Гипертрофия миокарда, возникающая в результате адаптации сердца к физическим нагрузкам, приводит к увеличению числа и размеров митохондрий, развитию сети капилляров, повышению содержания миоглобина, увеличению числа структурных элементов, представляющих собой непосредственно сократительный аппарат мышечных волокон – миофиламентов и т.д., увеличивается количество параллельно приводимых в действие сократительных элементов. Такой характер гипертрофического процесса, в соответствии с законом физиологического поперечника, ведет к повышению мощности сокращения мышц. Применительно к миокарду это, надо полагать,

может способствовать увеличению количества крови, выбрасываемой во время систолы желудочка. Повышение минутного объема кровообращения при физических нагрузках достигается при этом более эффективным путем – главным образом за счет увеличения ударного объема крови и в меньшей степени за счет учащения сердцебиения. Все эти процессы приводят к адаптации функциональной деятельности и изменениям артериального давления.

Анализ СДАД на протяжении четырех мезоциклов позволил отметить следующее. Начальное артериальное давление незначительно уменьшалось в течение всего эксперимента, что характеризует положительную реакцию организма спортсменов на предложенную физическую нагрузку. В результате применения нагрузки различной направленности СДАД изменяется в сторону увеличения после включения нагрузки другой направленности. Таким образом, можно отметить, что увеличение нагрузки на сердечно-сосудистую систему спортсменов происходит постепенно от аэробной до анаэробно-алактатной направленности (рис. 23).

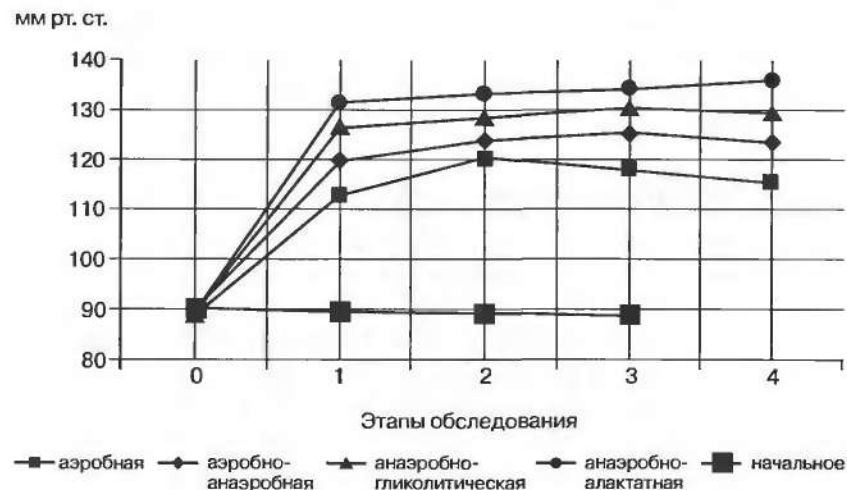


Рис. 23. Показатели среднего динамического давления дзюдоистов в период проведения нагрузки различной направленности

В результате проведения нагрузки аэробной направленности СДАД значительно увеличивалось до второго микроцикла, а затем начало постепенно снижаться, что позволяет предположить включение адаптационных механизмов организма на предложенную функциональную нагрузку. Снижение показателей артериального

давления свидетельствует о том, что предложенная нагрузка является доступной для спортсменов и не оказывает отрицательного влияния на организм дзюдоистов.

Применение аэробно-анаэробной нагрузки оказывает на организм спортсменов более значительное влияние и повышает СДАД, но после третьего микроцикла показатели артериального давления начинают незначительно снижаться, что свидетельствует о начале адаптации спортсменов к предложенной нагрузке.

Нагрузка анаэробно-гликолитической направленности оказывает еще более значительное влияние на организм спортсменов и повышает артериальное давление на новый уровень. Адаптация происходит в значительно поздние сроки и меньшим адаптационным эффектом.

Анаэробно-алактатная нагрузка оказывает самое большое влияние на организм спортсменов, повышая артериальное давление до физиологического максимума, и практически не понижается до конца проведенного исследования. Таким образом, можно предположить, что анаэробно-алактатная нагрузка не приводит к понижению артериального давления даже через четыре микроцикла предложенной нагрузки, и адаптационные механизмы обеспечивают не экономизацию процесса выполнения мощной работы, а ее эффективность.

3.6. Частота сердечных сокращений

В научных исследованиях отмечается прямая зависимость между частотой сердечных сокращений на уровне 170 уд./мин и мощностью выполненной работы. Также зафиксирована сильная корреляционная связь ($r = 0,75$; $p < 0,05$) между средними показателями пульса выше 170 уд./мин и объемом работы, выполненной на тренировке, а связь между максимальными значениями ЧСС находится на уровне $r = 0,97$; $p < 0,05$. Такие данные дают основание рассматривать ЧСС как интегральный показатель выполненной спортсменами нагрузки и использовать его при управлении процессом развития функциональной работоспособности дзюдоистов. Для определения зависимости между нагрузкой различной направленности и ЧСС был проведен анализ, при котором выполняемая работа распределялась по зонам ЧСС, присутствующим в тренировке дзюдоистов.

Для анализа функциональной работоспособности дзюдоистов использовались принятые в спортивной физиологии четыре зоны ЧСС:

- аэробная – до 160 уд./мин;
- аэробно-анаэробная – 161–185 уд./мин;
- анаэробно-гликолитическая – 186–195 уд./мин;
- анаэробно-алактатная – 196–200 уд./мин.

В учебно-тренировочном процессе дзюдоистов нами было выделено семь зон ЧСС (уд./мин): 130–140; 141–150; 151–160; 161–170; 171–180; 181–190; 191–200, по которым с помощью программы Polar Precision Performance SW4 рассчитывался процентный объем выполненной работы.

Результаты, полученные после проведения *мезоцикла аэробной направленности*, дают основание отметить следующее (рис. 24). В первом микроцикле уровень ЧСС поднимался постепенно и основной объем выполненной работы (40,8%) был произведен в диапазоне 130–150 уд./мин. В следующем интервале – 151–160 уд./мин – было выполнено 28,2% работы, что составило максимум по всем интервалам нагрузки, а в диапазоне 161–180 уд./мин – 31%. Средняя ЧСС за первый микроцикл составила 147 уд./мин. Таким образом, видно, что основная работа была совершена при ЧСС ниже 150 уд./мин.

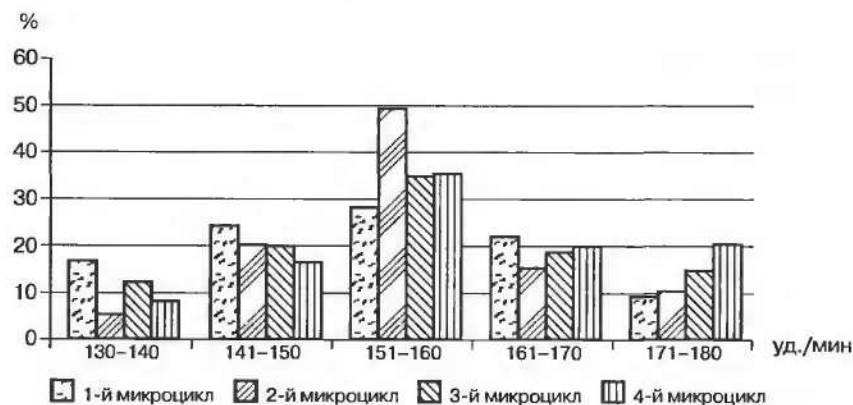


Рис. 24. Показатели ЧСС дзюдоистов в период проведения нагрузки аэробной направленности, уд./мин

Во втором микроцикле уровень ЧСС в диапазонах до 150 уд./мин и после 160 уд./мин сравнивался и составил по 25,4%. Основной объем выполненной работы – 49,2% – был произведен в интервале 151–160 уд./мин. Средняя ЧСС за второй микроцикл составила 149

уд./мин, что приблизило интенсивность выполняемой работы по ЧСС на уровень 150 уд./мин.

В *третьем микроцикле* ЧСС в диапазонах до 150 уд./мин, 151–160 уд./мин и после 160 уд./мин сравнялся и составил примерно от 32% до 35%. Основной объем выполненной работы – 34,8% – пришелся на диапазон 151–160 уд./мин. Средняя ЧСС за второй микроцикл составила 151 уд./мин.

В *четвертом микроцикле* уровень ЧСС в диапазонах до 150 уд./мин, и 151–160 уд./мин уменьшился и составил соответственно 25,1% и 35,1%; после 160 уд./мин – увеличился до 39,8% и составил своеобразный максимум выполненной работы, а средняя ЧСС в данном микроцикле составила 155 уд./мин.

Из анализа результатов мезоцикла аэробной направленности следует, что в процессе выполняемой нагрузки ЧСС находилась в основном на уровне 150–160 уд./мин, что соответствовало аэробной направленности. В то же время на протяжении всего тренировочного цикла происходит уменьшение процентного отношения ЧСС до 150 уд./мин и повышение пульса при ЧСС выше 160 уд./мин. Это свидетельствует об улучшении функциональной тренированности организма спортсменов.

Рассматривая результаты, полученные после проведения *мезоцикла аэробно-анаэробной направленности*, можно отметить следующее (рис. 25).

В начале первого микроцикла показатели ЧСС были на более высоком уровне, чем в предыдущем мезоцикле аэробной направленности. Основной уровень выполняемой работы переместился на диапазон 171–180 уд./мин, что соответствует нагрузке аэробно-анаэробной направленности.

В *первом микроцикле* работа совершалась в основном в диапазоне до 171 уд./мин (60,8%). В пределах ЧСС 171–180 уд./мин было проведено 30,2% выполненной работы и только 9% пришлось на диапазон свыше 180 уд./мин. Средняя ЧСС за первый микроцикл составила 163 уд./мин.

Второй микроцикл начался в интервале 151–160 уд./мин и в диапазоне 151–170 уд./мин объем работы составил 35,4%, максимальная работа была проведена при показателе 171–180 уд./мин – 55,2%, незначительно увеличился объем работы по сравнению с первым микроциклом при ЧСС 181–190 уд./мин – 9,4%. Средняя ЧСС за второй микроцикл увеличилась и составила 167 уд./мин.

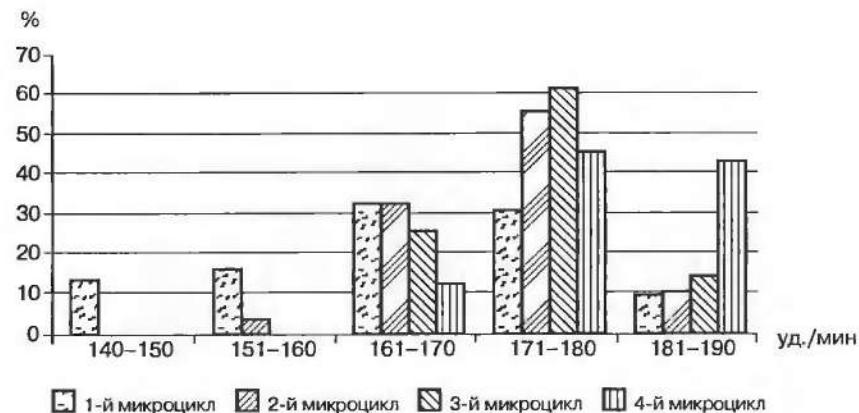


Рис. 25. Показатели ЧСС дзюдоистов в период проведения нагрузки аэробно-анаэробной направленности

Третий микроцикл начался в диапазоне 161–170 уд./мин и включал 25,3% общего объема работы, ее максимальный объем пришелся на интервал 171–180 уд./мин, увеличившись до 61,2%, произошло также увеличение объема работы при ЧСС 181–190 уд./мин до 13,5%. Средний показатель ЧСС за третий микроцикл вырос и составил 172 уд./мин.

В *четвертом микроцикле* работа также проходила в трех диапазонах, но процентное соотношение изменилось. Так, в диапазоне 161–170 уд./мин ее объем уменьшился до 12,1%. Работа, выполненная в диапазонах 171–180 уд./мин и 181–190 уд./мин стала примерно одинаковой – соответственно 45,1 и 42,8%. Средняя ЧСС за четвертый микроцикл увеличилась до 177 уд./мин.

Данные, полученные в исследовании мезоцикла аэробно-анаэробной направленности свидетельствуют, что в процессе выполняемой нагрузки ЧСС постепенно переходит из зон пониженных значений к более высоким, что говорит о дальнейшем повышении функциональной тренированности организма спортсменов.

Рассматривая результаты, полученные после проведения *мезоцикла анаэробно-гликолитической направленности*, можно отметить дальнейшее стремление ЧСС к более высоким показателям, чем в предыдущем мезоцикле (рис. 26). Основной уровень выполняемой работы переместился на диапазон 181–190 уд./мин.

В *первом микроцикле* работа совершалась в основном в диапазоне 181–190 уд./мин на который пришлось 44,2% ее объема. В интервале 171–180 уд./мин было проведено 17,4% выполненной работы и в диапазоне 190–200 – 38,4%. Такие результаты показы-

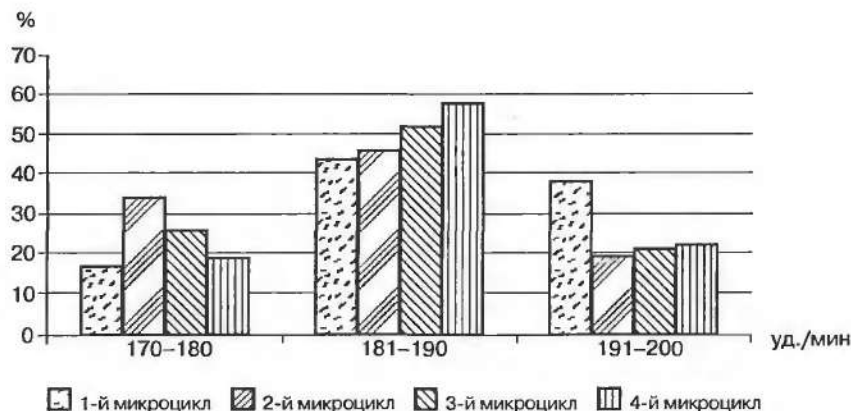


Рис. 26. Показатели ЧСС дзюдоистов в период проведения нагрузки анаэробно-гликолитической направленности, уд./мин

вают, что уровень выполненной работы переместился от низких и средних к повышенным значениям ЧСС. Средняя ЧСС за первый микроцикл составила 186 уд./мин.

Второй микроцикл, сохраняя такую же структуру выполненной работы, изменил процентное соотношение, увеличив выполнение нагрузки в диапазоне ЧСС 171–180 уд./мин до 34,5% за счет уменьшения объема при ЧСС 191–200 уд./мин – до 19,3%, оставляя примерно тот же объем при ЧСС 181–190 уд./мин – 46,2%. Средняя ЧСС за микроцикл – 188 уд./мин.

В третьем микроцикле произошло выравнивание объема выполняемой работы в крайних диапазонах (170–180 и 191–200 уд./мин) – соответственно 26,3% и 21,4%, увеличение в периоде 181–190 уд./мин до 52,3%, при росте среднего показателя ЧСС за микроцикл до 191 уд./мин.

В четвертом микроцикле наблюдалось уменьшение объема выполняемой работы при ЧСС 170–180 уд./мин до 19,3%, при ее увеличении в среднем диапазоне – 181–190 уд./мин – до 58,2% и высоком 191–200 уд./мин – до 22,5%. Средняя ЧСС за микроцикл увеличилась до 195 уд./мин.

Из анализа результатов мезоцикла анаэробно-гликолитической направленности следует, что в процессе выполняемой нагрузки ЧСС находится в основном в зоне 181–190 уд./мин, это позволяет спортсменам более эффективно адаптироваться к значительным физическим нагрузкам и совершенствовать механизмы буферной системы функциональной подготовки.

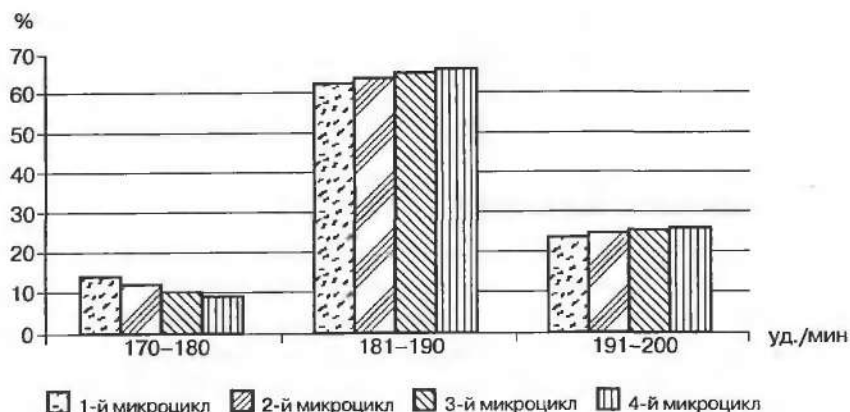


Рис. 27. Показатели ЧСС дзюдоистов в период проведения нагрузки анаэробно-лактатной направленности

Результаты, полученные после проведения мезоцикла анаэробно-лактатной направленности, показали, что показатели ЧСС имели тенденцию к дальнейшему росту (рис. 27).

Работа проходит в трех диапазонах ЧСС: 170–180; 181–190; 191–200 уд./мин. Объем выполняемой работы распределяется с постепенным уменьшением в зоне ЧСС 170–180 уд./мин и увеличением в зонах 181–190 и 191–200 уд./мин. Так, в первом микроцикле, в диапазоне 170–180 уд./мин он составил 14,2%, во втором – 12,1%, в третьем – 10,2% и в четвертом – 8,9%. В зоне 181–190 уд./мин объем выполненной работы составил в первом микроцикле 62,7%, во втором – 64,1%, в третьем – 65,2% и четвертом – 66%, в зоне 191–200 уд./мин соответственно 23,1%, 23,8%, 24,6%, 25,1%. Средняя ЧСС выполняемой работы в период мезоцикла анаэробно-лактатной направленности также имеет тенденцию к увеличению: в первом микроцикле она равнялась 196 уд./мин, во втором – 198 уд./мин, в третьем – 199 уд./мин и четвертом – 200 уд./мин.

Изучение показателей, полученных в мезоцикле анаэробно-лактатной направленности позволяет сделать вывод о том, что в процессе выполняемой нагрузки ЧСС находится в основном в зоне 181–190 уд./мин, но зона 191–200 уд./мин имеет тенденцию к увеличению объема работы в процентном отношении, это свидетельствует о хорошей адаптации спортсменов к предложенной нагрузке и высоком уровне функциональной готовности дзюдоистов.

Таким образом, используя нагрузки различной направленности в развитии функциональной работоспособности, можно постепен-

но увеличивать мощность выполняемой работы, управляя совершенствованием физиологических функций, обеспечивающих аэробные и анаэробные механизмы энергообеспечения соревновательной деятельности дзюдоистов.

3.7. Показатели температуры тела

Температура тела – это комплексный показатель теплового состояния организма человека, отражающий сложные отношения между теплопродукцией различных органов и тканей и теплообменом между ними и внешней средой. Средняя температура человеческого тела обычно колеблется в диапазоне между 35,8 °С до 37,2 °С, благодаря внутренним экзотермическим реакциям и наличию терморегуляторных механизмов, позволяющих удалять избыток тепла при потении.

«Термостат» (гипоталамус) находится в головном мозгу и постоянно занимается терморегуляцией. В течение суток температура тела у человека колеблется, что является отражением суточных ритмов. Разница между температурой тела рано утром и вечером достигает 0,5–1,0 °С, кроме того, разница между температурой внутренних органов, мышц и кожи может составлять от 5 до 10 °С.

На значение температуры влияют такие факторы, как возраст, время суток, принятие пищи, эмоциональное напряжение, купание, сауна, использование компрессов, физические нагрузки.

Необходимый баланс между образованием тепла и его отдачей поддерживается центральной нервной системой. Информация о температуре тела поступает в нее от периферических и центральных терморепцепторов, одни из которых воспринимают повышение температуры, другие – ее понижение. Наружные (периферические) рецепторы расположены в коже и реагируют на изменение ее температуры, связанное в основном с влиянием окружающей среды. Центральные рецепторы находятся в различных областях головного и спинного мозга и реагируют на изменение температуры внутренней среды, в частности крови, омывающей нервные центры. Регуляция баланса внутренней температуры тела осуществляется с помощью механизма потоотделения.

Потоотделение дает возможность организму регулировать температуру и определяет жизненно важную способность поддержания постоянной температуры тела. Перемещение жидкостей из организма на поверхность тела обеспечивает теплоотдачу. На поверхности кожи под действием окружающего воздуха пот испаря-

ется. Таким образом, потоотделение является физиологической реакцией организма на физическую нагрузку различной направленности и имеет сильную зависимость от температуры тела.

Эти обстоятельства дают возможность считать температуру тела дзюдоистов одним из важных факторов, влияющих на функциональную подготовку спортсменов.

Результаты эксперимента показали, что в результате применения физической нагрузки различной направленности температура тела дзюдоистов после выполнения работы повышалась.

Так, на рис. 28 видно, что показатели температуры тела после применения функциональной нагрузки аэробной направленности постепенно увеличивались после первого микроцикла на 0,1 °С, второго – на 0,11 °С, третьего на – 0,07 °С и четвертого – на 0,05 °С. Такая реакция организма спортсменов показывает, что постепенно происходит адаптация функциональных систем дзюдоистов и он реагирует на проделанную работу более сдержанно. Общее повышение температуры тела после применения нагрузки аэробной направленности составило примерно 1%.

При аэробно-анаэробной работе после первого микроцикла температура тела увеличилась на 0,2 °С, после второго – на 0,27 °С, третьего – на 0,07 °С и четвертого – на 0,06 °С. Это свидетельствует о том, что метаболические процессы в организме спортсменов

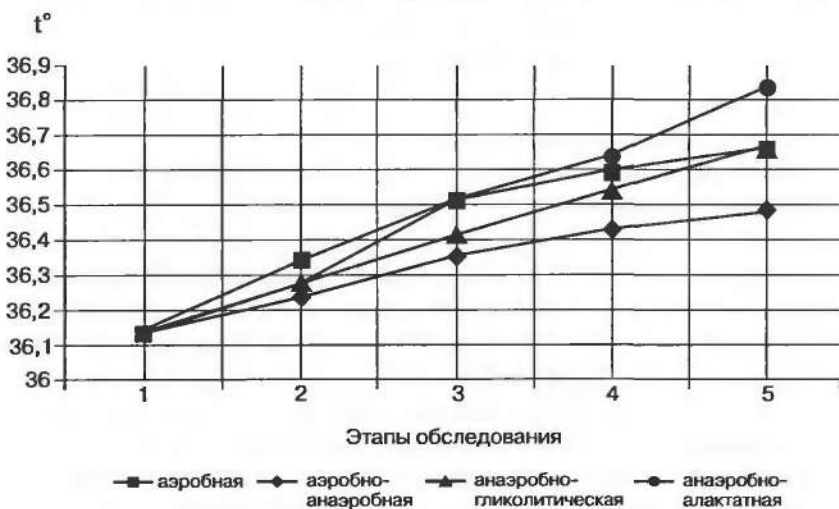


Рис. 28. Показатели температуры тела дзюдоистов в период проведения функциональной нагрузки различной направленности

проходят на более высоком уровне и адаптационные механизмы срабатывают медленнее.

Общее повышение температуры тела после применения аэробно-анаэробной нагрузки составило примерно 1,5 %.

При *анаэробно-гликолитической работе* температура тела увеличилась после первого микроцикла на 0,13 °С, после второго – на 0,23 °С, третьего на – 0,12 °С и четвертого – на 0,19 °С. Такая реакция соответствует гетерохронному прохождению метаболических процессов в организме спортсменов, которые увеличивают температуру тела менее значительно после первого и третьего микроцикла и более значительно – после второго и четвертого. Таким образом, анаэробно-гликолитическая нагрузка для организма дзюдоистов является наиболее сильной и для адаптации требуется больше времени. Общее повышение температуры тела после применения аэробно-гликолитической нагрузки составило примерно 2,0 %.

При *анаэробно-алактатной работе* температура тела увеличилась после первого микроцикла на 0,14 °С, после второго – на 0,13 °С, после третьего – на 0,12 °С и после четвертого – на 0,11 °С. Такая реакция организма показывает, что метаболические процессы в организме спортсменов проходят на примерно одинаковом уровне, незначительно повышаясь после первого и второго микроцикла и понижаясь после третьего и четвертого. Как видим, анаэробно-алактатная нагрузка после третьего микроцикла приводит к стабилизации показателя температуры тела спортсменов. Общее повышение температуры тела после применения анаэробно-алактатной нагрузки составило примерно 1,5 %.

Из вышесказанного следует, что аэробная нагрузка более мягко влияет на адаптационные механизмы спортсменов, обеспечивая спокойную перестройку функциональных систем на более высокий уровень работы. Аэробно-анаэробная нагрузка обеспечивает адаптационные возможности организма на более высоком уровне, чем аэробная, но реакция организма так же не вызывает сильного стресса. Анаэробно-алактатная нагрузка оказывает более сильное воздействие на адаптационные механизмы организма спортсменов, чем предыдущие, что ставит этот вид физической деятельности на более высокую ступень тренировочного воздействия. Анаэробно-гликолитическая нагрузка оказывает самое большое воздействие на адаптационные системы спортсменов, что выражается в более значительном повышении температуры тела.

3.8. Показатели весо-ростового индекса

Известно, что установление весовых категорий в спортивных единоборствах продиктовано идеей уравнивания объективных физических данных спортсменов и предоставления им таким образом равных возможностей. При проведении учебных занятий необходимо знать, какое влияние оказывает направленность тренировочного процесса на весо-ростовые показатели спортсменов. Для уточнения этих параметров был предпринят анализ влияния нагрузок различной направленности на весо-ростовые показатели дзюдоистов на протяжении четырех мезоциклов (рис. 29).

усл. ед.

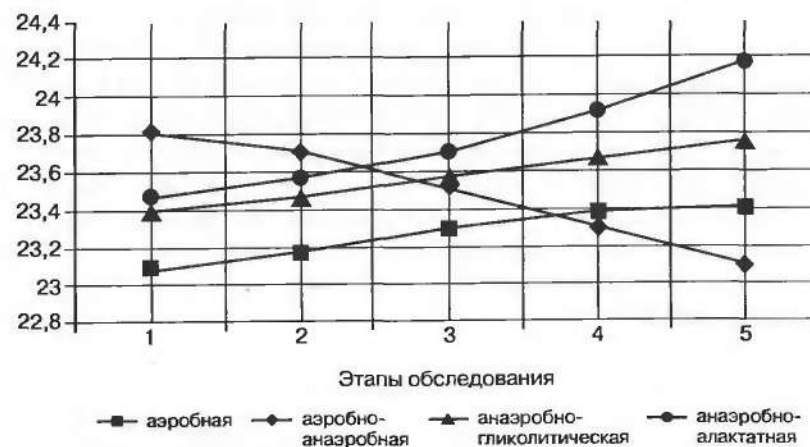


Рис. 29. Показатели весо-ростового индекса дзюдоистов в период проведения нагрузки различной направленности

На основании полученных данных можно отметить, что нагрузка различной направленности оказывает не одинаковое влияние. Так при аэробной направленности она приводит к значительному уменьшению весо-ростовых показателей на протяжении всех четырех микроциклов, при аэробно-анаэробной эти показатели стабилизируются и начинают расти. Анаэробно-гликолитическая направленность приводит к метаболизму мышечной системы, и рост весо-ростовых показателей приобретает устойчивый характер. Анаэробно-алактатная нагрузка более значительно затрагивает метаболические механизмы мышечной системы, что ведет к дальнейшему росту весо-ростового индекса.

Таким образом, можно отметить, что нагрузка аэробной направленности затрагивает механизмы энергозатрат организма, а анаэробной направленности больше влияет на систему мышечного метаболизма и приводит к увеличению весо-ростового индекса спортсменов.

3.9. Показатели динамометрии

Для определения силовых показателей дзюдоистов применялась кистевая и становая динамометрия, которая характеризовала изменения этих параметров в период проведения нагрузки различной направленности. На рис. 30 видно, что в процессе проведения эксперимента показатели динамометрии постепенно росли на первом этапе, когда применялись гири весом 16 кг. На втором этапе в результате изменения нагрузки в отдельных упражнениях до 24 кг рост показателей начал увеличиваться, а на третьем и четвертом этапах с применением отягощений в 32 кг показатели выросли значительно. Такие изменения характеризуют положительную тенденцию увеличения силовых показателей в условиях аэробных и анаэробных нагрузок, причем если аэробная нагрузка не стимулирует силовые показатели, то анаэробная создает благоприятные условия для значительного роста.

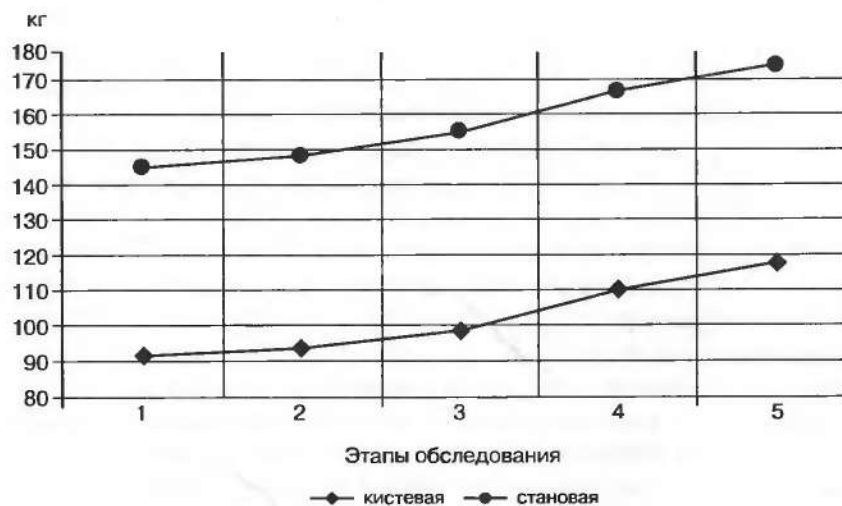


Рис. 30. Показатели кистевой и становой динамометрии дзюдоистов в период проведения нагрузки различной направленности

3.10. Заключение

Результаты констатирующего эксперимента показали, что разделение двигательной деятельности на компоненты аэробной и анаэробной работы достаточно условны и в любом двигательном акте в той или иной степени принимают участие почти все компоненты выносливости. В то же время можно утверждать, что степень воздействия каждого компонента функциональной подготовки различна и требует для своего развития отдельных тренировочных средств и методов. Эти на первый взгляд противоречивые суждения можно устранить, сформулировав основные направления модели функциональной подготовки дзюдоистов.

Основываясь на полученных данных, можно сделать вывод, что аэробная направленность работы является наиболее мягкой для организма спортсменов, она имеет большую степень гибкости тренировочного воздействия, поэтому начинать необходимо с этого компонента функциональной подготовки. Дальнейшим логическим продолжением является смешанный аэробно-анаэробный компонент, который расширяет возможности организма и создает благоприятные условия для анаэробной работы. Следующим направлением совершенствования функциональной работоспособности организма должен стать анаэробно-гликолитический, который наиболее успешно развивает буферные системы крови и позволяет выйти организму на более высокий уровень мощности выполнения работы. Последним компонентом развития функциональной подготовки должен стать анаэробно-алактатный, он предъявляет организму максимальные требования работы всех систем, обеспечивающих нормальное потребление кислорода, его переработку и выделение продуктов распада. Такая последовательность обеспечит приемлемость каждого компонента выносливости и предупредит перенапряжение организма спортсменов, создавая условия для развития максимальной мощности.

ГЛАВА 4

Скоростно-силовой компонент функциональной подготовки дзюдоистов

В дзюдо одним из важнейших факторов, обуславливающих высокий уровень функциональной подготовки, является компонент скоростно-силовых качеств дзюдоистов.

Методика скоростно-силовой подготовки требует решения, по крайней мере, двух основных задач. Первая связана с выбором средств и методов, обеспечивающих эффективное развитие скоростно-силовых качеств, а вторая охватывает распределение тренировочных и соревновательных нагрузок в годичном цикле подготовки борцов.

Если проблема планирования эффективной структуры соревновательных циклов тренировки и места в ней скоростно-силовой подготовки достаточно широко освещена в научных исследованиях по спортивной борьбе, то поиск оптимальных средств и методов развития скоростно-силовых качеств борцов, повышающих уровень функциональной готовности, еще далеко не завершен.

Для решения этой задачи был проведен констатирующий эксперимент, с целью анализа различных средств скоростно-силовой подготовки дзюдоистов и определения влияния их на функциональную работу различной направленности.

4.1. Средства скоростно-силовой подготовки дзюдоистов

Все средства скоростно-силовой подготовки борцов делятся на две большие группы: общей физической (ОФП) и специальной физической (СФП) направленности, которые используются в со-

ответствующих методах тренировочных воздействий. Разделение средств ОФП и СФП происходит на основе анализа функциональной направленности, нервно-мышечных напряжений и координационной совместимости упражнений.

При разработке скоростно-силовых тренировочных воздействий в конкретном виде спорта средства ОФП должны иметь специальную направленность, которая в первую очередь должна заключаться в выделении групп мышц, принимающих наиболее активное участие в выполнении соревновательных упражнений.

В результате многочисленных исследований в спортивной борьбе такие мышечные группы были выделены – это сгибатели и разгибатели рук, туловища и ног. Согласно кинематике выполнения технических действий в борьбе эти мышцы наиболее активны и несут основную нагрузку при соревновательной деятельности.

Общезначительная подготовка в таком случае должна быть направлена на улучшение межмышечной координации, развитие нервно-мышечного импульса, соответствующего проведению технических действий и увеличению энергетического потенциала этих мышечных групп.

Специальная физическая подготовка должна решать вопросы межмышечной координации конкретных технических действий, совершенствования внутримышечной координации и адаптации нервно-мышечного импульса к проведению приемов, совершенствованию энергетического потенциала в соревновательных условиях.

Подобрать тренировочные средства, адекватные режиму работы организма в соревновательном упражнении по всем функциональным параметрам, весьма сложно, поэтому был предпринят анализ отягощений, применяемых в тренировочном процессе дзюдоистов. При развитии скоростно-силовых качеств борцов в основном могут применяться три вида отягощений: гантели, штанга и гири.

Было проведено исследование на выявление мотонейронных показателей, характеризующих мышечные сокращения при различных средствах отягощения. В качестве сравнительного эталона использован результат, показанный при проведении технического действия.

Группа дзюдоистов в количестве десяти человек выполняла упражнение – приседание до угла 90° в коленных суставах с последующим выпрямлением ног. Замеры результатов происходили в момент проведения спортсменами броска через спину с захватом руки на плечо. При выполнении этого технического действия дзюдоисты вынуждены присесть до угла 90° в коленных суставах

с последующим выпрямлением ног. Этот показатель был взят за эталон. В дальнейшем проводились приседания с гантелями, гири и штангой весом соответственно 16, 24 и 32 кг.

Измерялось время импульса мышечного сокращения при 5-кратном повторении упражнения, выбирался лучший результат. Подсчитывались средние групповые значения по всем сокращениям.

Результаты, полученные после проведения исследования различных средств скоростно-силовой подготовки дзюдоистов, позволяют отметить следующее (рис. 31). Показатель миографии мышц бедра при проведении броска через спину равняется 60,17 мс, с гантелями меньше – 52,83 мс, а со штангой – 71,89 мс – превышает результат технического действия. Выполнение упражнений с гирями примерно соответствует показателю броска (60,63 мс).

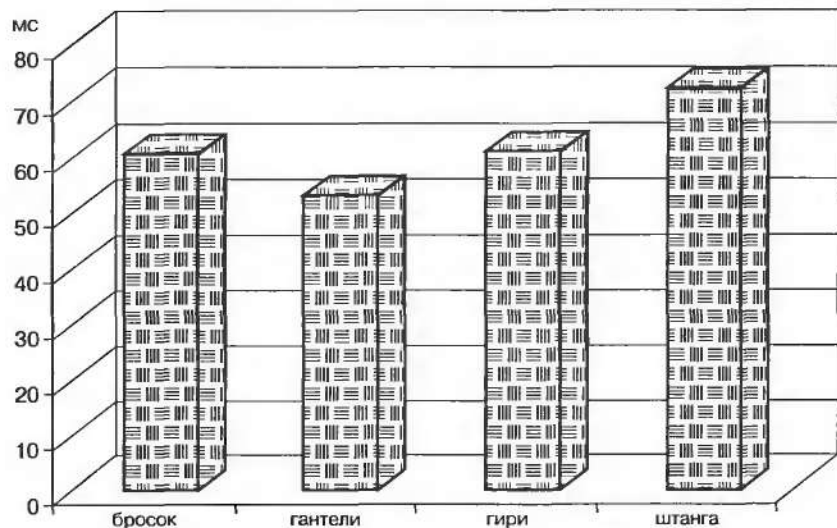


Рис. 31. Показатели миографии различных средств скоростно-силовой подготовки дзюдоистов

Данные исследования показывают, что выполнение одного и того же упражнения с одинаковым весом, но различными видами отягощения, приводит к различному мышечному импульсу. Гантели весом 16 и 24 кг позволяют спортсмену проявлять более быстрые движения, чем с гирями и со штангой. По-видимому, штанга, удерживаемая на плечах спортсмена, создает дополнительное сопротивление и не позволяет сделать оптимальное скоростно-силовое движение. Выполнение упражнения с гантелями 32 кг тре-

бует большого усилия рук спортсмена, что создает неудобство и увеличивает время импульса движения. Оптимальным средством отягощения при выполнении скоростно-силовых движений являются гири, которые при увеличении веса отягощения не мешают спортсмену выполнять упражнение с повышением мощности.

Учитывая результаты предыдущих исследований и изокинетические особенности дзюдо, был разработан комплекс упражнений с гирями, который охватывал все группы мышц, принимающих участие в спортивном поединке (см. стр. 109–111).

Комплекс упражнений скоростно-силовой подготовки



① И.п. – стоя, ноги на ширине плеч, руки с гирями на уровне плеч.
Выполнение: толчок гирь двумя руками.



② И.п. – стоя, руки с гирями на плечах.
Выполнение: приседание до угла в коленных суставах 90°.



③ И.п. – наклон вперед, ноги шире плеч, гири в руках между ног.
Выполнение: тяга спиной назад, прогнуться, наклон вперед.



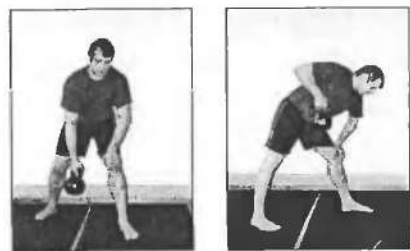
④ И.п. – стоя, ноги на ширине плеч, руки с гирями вдоль туловища.

Выполнение: попеременное сгибание рук в локтевых суставах.



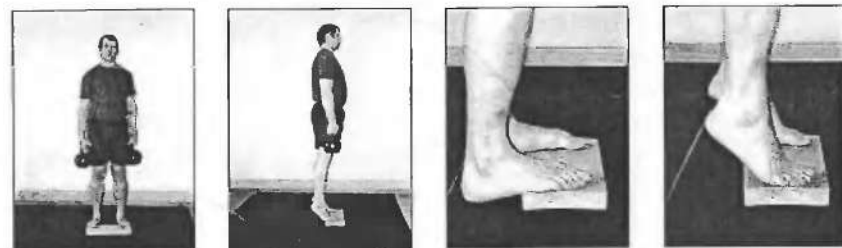
⑤ И.п. – стоя, ноги на ширине плеч, гиря впереди в руках.

Выполнение: забрасывание гири за спину влево, право.



⑥ И.п. – стоя в наклоне, одна нога впереди, упор одноименной рукой на выставленную ногу, гиря между ногами в выпрямленной руке.

Выполнение: тяга гири одной рукой.



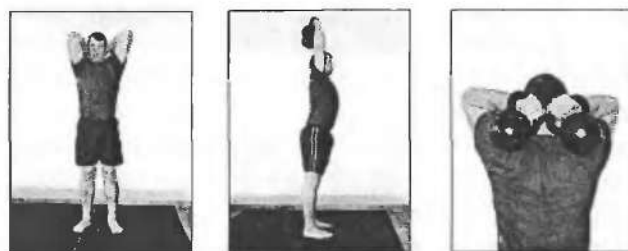
⑦ И.п. – стоя носками на бруске высотой 5 см, гири в руках вдоль туловища.

Выполнение: поднятие тела на носках.



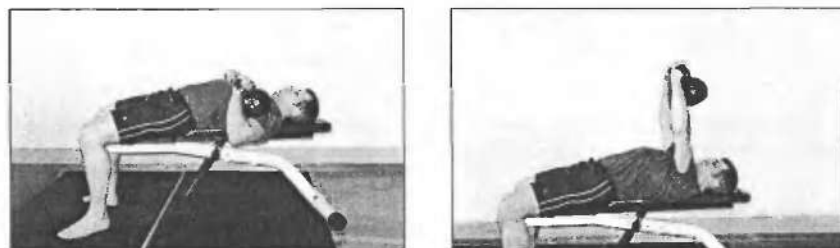
⑧ И.п. – стоя, ноги на ширине плеч, гири в руках на плечах.

Выполнение: повороты туловища влево, право.



⑨ И.п. – стоя, ноги на ширине плеч, руки с гирями в руках за головой.

Выполнение: толчок гирь двумя руками из-за головы.



⑩ И.п. – лежа на скамейке, гири в руках на груди.

Выполнение: жим двух гирь лежа.

Примечание: комплекс выполняется в трех подходах, по 20 повторений в каждом. Методы выполнения упражнений – повторный или интервальный.

4.2. Влияние скоростно-силовой подготовки на функциональную подготовленность дзюдоистов

При проведении эксперимента дзюдоисты выполняли разработанный комплекс скоростно-силовой подготовки с гирями. В первом мезоцикле длительностью четыре недели десять предложенных упражнений выполнялись в трех подходах. Основная задача в этот период тренировки – довести количество повторений в одном подходе до 20 раз. Время отдыха между повторениями и подходами не ограничено. Этот мезоцикл был назван «объемным».

Результаты исследования показали, что предложенная нагрузка оказывает существенное влияние на организм спортсменов. Так, время выполнения всего комплекса упражнений уменьшалось на протяжении всего мезоцикла (рис. 32). В начале исследования спортсмены выполняли комплекс, затрачивая на это примерно 91 мин, а в конце время выполнения сократилось до 56 мин. При этом дзюдоисты при выполнении комплекса значительно увеличили объем выполненной работы с 921,5 усл. ед. до 1920 усл. ед. в конце мезоцикла объемной направленности (рис. 33).

Увеличение объема и сокращение времени выполнения работы привели к тому, что спортсмены выполняли работу при снижении

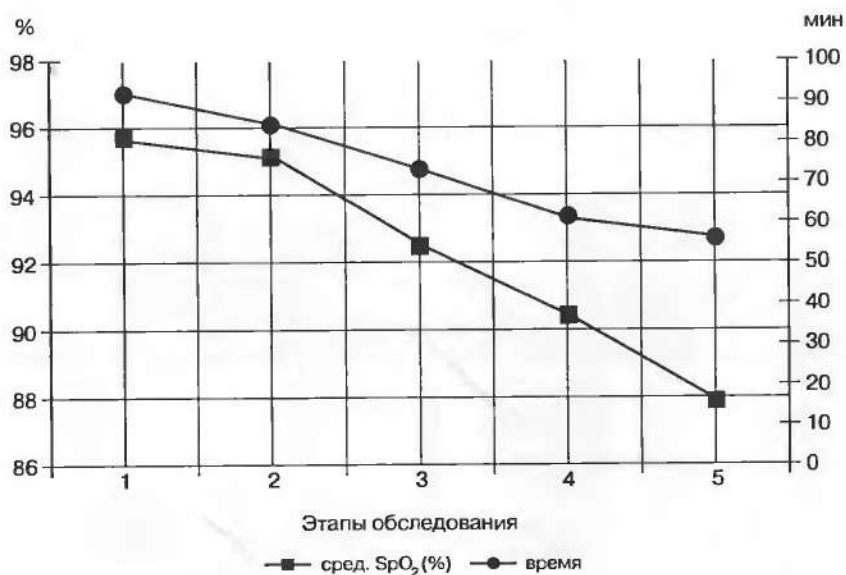


Рис. 32. Показатели процентного усвоения кровью кислорода и время выполнения комплекса упражнений в объемном мезоцикле

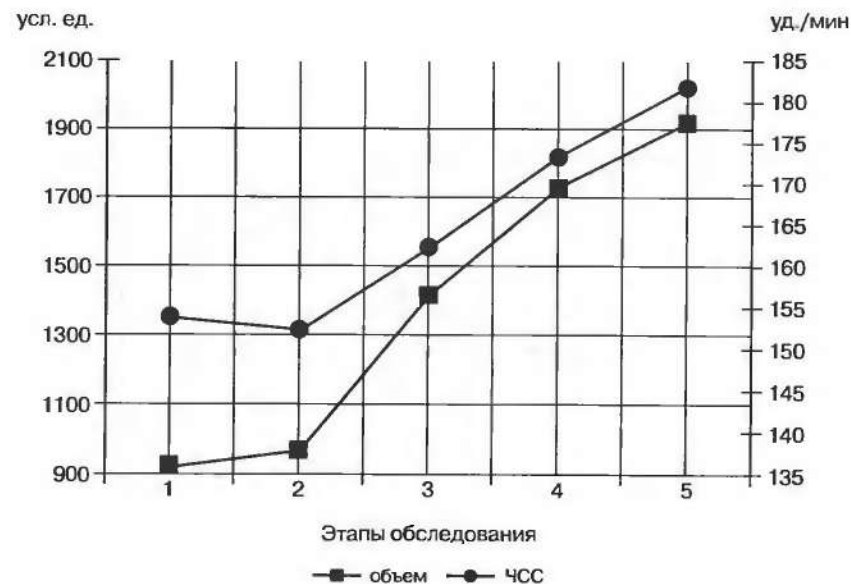


Рис. 33. Показатели объема выполненной работы и ЧСС при выполнении скоростно-силового комплекса в объемном мезоцикле

показателя усвоения кровью кислорода до 88% (рис. 32) и значительном повышении ЧСС с 154 уд./мин до 182 уд./мин (рис. 33).

Учитывая анализ показателей ЧСС при выполнении дзюдоистами предложенного комплекса в объемном мезоцикле, можно отметить, что работа проходила в аэробно-анаэробном режиме.

В следующем мезоцикле спортсменам была предложена другая нагрузка выполнения разработанного комплекса. Каждое упражнение выполнялось по схеме 30 с – работа, 30 с – отдых, таких повторений было три, отдых между упражнениями – 2,5 мин. В результате нормирования работы время выполнения комплекса сократилось до 50 мин и сохранялось на протяжении всего мезоцикла. В течение 30 с спортсмены выполняли примерно 20 повторений, поэтому объем выполненной работы также не изменялся в течение всего мезоцикла и составил примерно 1920 усл. ед. Этот мезоцикл получил название «мезоцикл специальной направленности».

Анализ использования предложенного комплекса, проведенного интервальным методом тренировки, показал, что процентное усвоение кровью кислорода уменьшалось на протяжении всего мезоцикла и в конце дзюдоисты выполняли работу на уровне 77%.

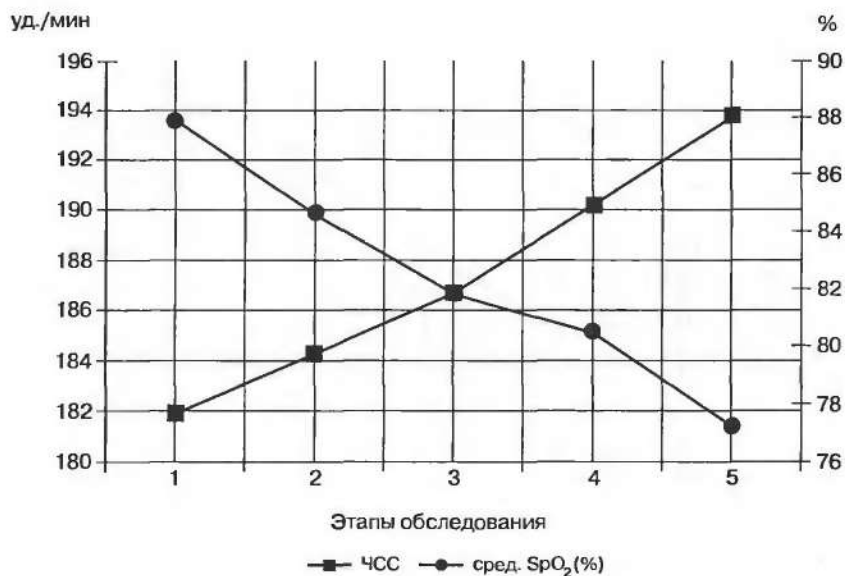


Рис. 34. Показатели ЧСС и процентное усвоение кровью кислорода в мезоцикле специальной направленности

При этом значительно повышалась ЧСС спортсменов и достигла к концу мезоцикла 194 уд./мин (рис. 34).

Анализируя показатели ЧСС в ходе выполнения дзюдоистами предложенного комплекса в мезоцикле специальной направленности, можно отметить, что работа проходила в анаэробно-гликолитическом режиме.

В результате проведенного эксперимента можно констатировать, что применение скоростно-силовой нагрузки приводит к увеличению объема выполненной работы, снижению общего времени при выполнении стандартной работы, значительному повышению ЧСС и снижению среднего показателя усвоения артериальной кровью кислорода. Все эти показатели свидетельствуют о повышении функциональной работоспособности дзюдоистов.

4.3. Влияние средств скоростно-силовой подготовки на показатели внешнего дыхания дзюдоистов

В течение двух мезоциклов скоростно-силовой направленности проводилось тестирование показателей внешнего дыхания дзюдоистов. В первую очередь необходимо отметить, что форсированная

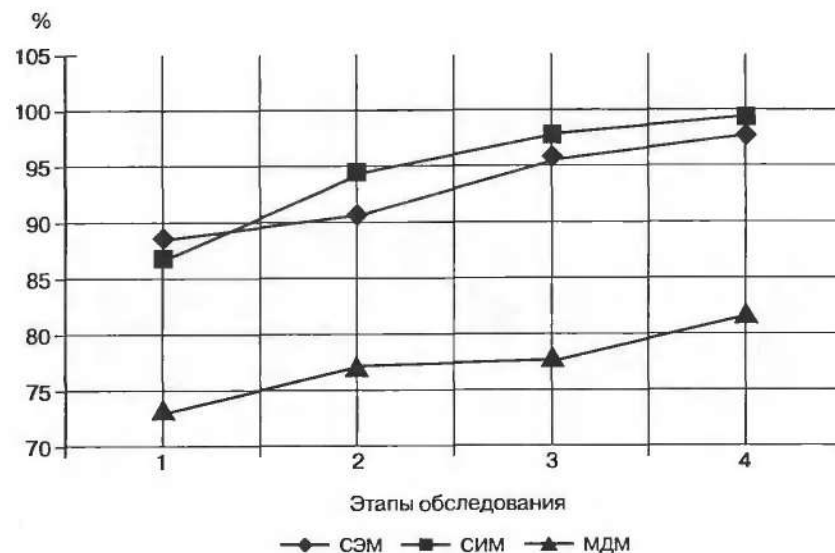


Рис. 35. Показатели силы мышц дыхательной мускулатуры в период мезоциклов скоростно-силовой направленности

жизненная емкость легких практически не изменилась и осталась на уровне средних показателей для специализации борцов. Наряду с этим произошли значительные изменения в показателях дыхательной мускулатуры (рис. 35).

Так, сила инспираторных мышц (СИМ) в начале эксперимента составила 87%, а в конце увеличилась до 99,5%, что значительно улучшило вдох спортсменов и обеспечило дополнительное количество кислорода в транспортную систему организма.

Сила экспираторных мышц (СЭМ) возросла с 88,7 до 97,8%. Это позволило спортсменам повысить утилизацию углекислого газа из организма и значительно улучшить окислительно-восстановительные процессы во время выполнения работы.

Увеличение силы мышц вдоха и выдоха, соответственно, привело к улучшению общего показателя мышц дыхательной мускулатуры (МДМ) с 73 до 82%, это характеризует положительное влияние примененных средств скоростно-силовой нагрузки на систему внешнего дыхания дзюдоистов.

Рассмотрим показатели бронхиальной проходимости и максимальной вентиляции легких (рис. 36). Из полученных данных видно, что бронхиальная проходимость легких (БПЛ) постепенно уве-

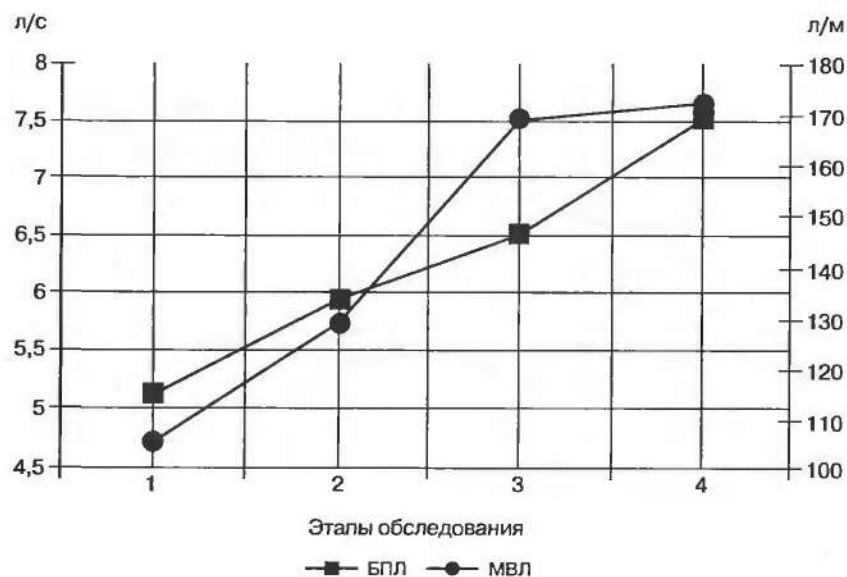


Рис. 36. Показатели бронхиальной проходимости и максимальной вентиляции легких в мезоциклах скоростно-силовой направленности

личивается на протяжении всего эксперимента с 5,13 до 7,53 л/с в конце исследования. Такое улучшение бронхиальной проходимости свидетельствует о положительном влиянии интервального метода скоростно-силовой тренировки.

Показатели максимальной вентиляции легких (МВЛ) улучшаются на протяжении всего эксперимента, но значительный рост начинается со второго этапа, с наступлением мезоцикла специальной направленности. Применение средств скоростно-силовой направленности увеличило максимальную вентиляцию легких с 105 до 172 л/м. Максимальная вентиляция легких также положительно характеризует применение средств скоростно-силовой подготовки, особенно интервального метода, для улучшения показателей внешнего дыхания дзюдоистов.

Таким образом, можно констатировать, что скоростно-силовая нагрузка, особенно интервальным методом тренировки, положительно влияет на показатели внешнего дыхания, увеличивая силу дыхательных мышц, максимальную вентиляцию, а также улучшая бронхиальную проходимость легких.

4.4. Зоны мощности выполняемой работы

Два мезоцикла скоростно-силовой направленности были разбиты на десять этапов обследования, данные которых обрабатывались по показателям ЧСС и мощности выполняемой работы (рис. 37).

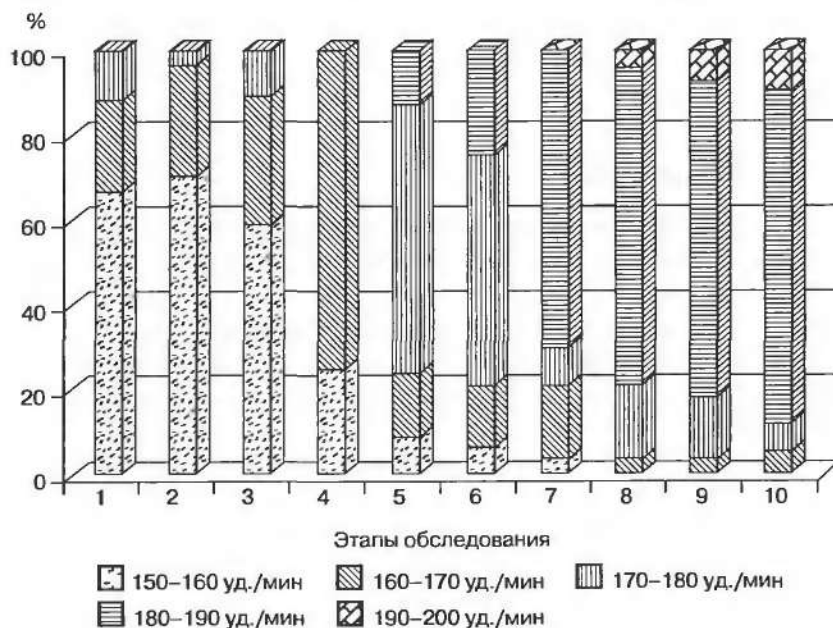


Рис. 37. Показатели зон мощности выполняемой работы скоростно-силовой направленности

Анализ данных по зонам мощности выполняемой работы показал, что на первых трех этапах подготовки задание выполнялось при ЧСС 150–160 уд./мин. Этот отрезок можно охарактеризовать как тренировку аэробной направленности. На четвертом и пятом этапах основной объем работы был выполнен уже при ЧСС 160–180 уд./мин – период аэробно-анаэробной направленности. На шестом этапе подготовки при высоком уровне выполнения работы при ЧСС 170–180 уд./мин начинает увеличиваться объем работы в зоне 180–190 уд./мин и перестраивать механизмы адаптации организма спортсменов для работы в анаэробно-гликолитическом режиме. Седьмой и восьмой этапы тренировки проходят в зоне

анаэробно-гликолитической направленности при ЧСС 180–190 уд./мин и захватывают начало работы в анаэробно-алактатном режиме. В девятом и десятом этапах уже до 8% работы проходит в режиме анаэробно-алактатной направленности. Такое постепенное увеличение выполняемой мощности работы в режимах различной направленности позволяет сделать заключение о возможности управления данным процессом и эффективном применении средств скоростно-силовой направленности в функциональной подготовке дзюдоистов.

4.5. Заключение

В результате проведенного исследования можно констатировать, что из отягощений, применяемых при развитии скоростно-силовых качеств борцов, наиболее приемлемы гири, которые позволяют спортсмену выполнять упражнения общеразвивающего характера с примерно одинаковым временем сокращения мышечных двигательных единиц, характеризующих проведение технических действий.

Тренировочный процесс скоростно-силовых качеств дзюдоистов заключается в том, чтобы сначала набрать объем силовых упражнений, а затем повышать интенсивность выполнения задания. Такое планирование тренировочного процесса позволяет прежде всего развить аэробные возможности силовых качеств дзюдоистов, а затем анаэробные компоненты функциональной работоспособности, что приводит к значительному улучшению показателей внешнего дыхания и процентного усвоения кислорода организмом спортсменов.

По своей энергетической направленности скоростно-силовая подготовка проходит, как и тренировка на выносливость, четыре этапа: аэробный, аэробно-анаэробный, анаэробно-гликолитический и анаэробно-алактатный, это необходимо учитывать при разработке биологической модели функциональной подготовки.

Однообразие этапов развития выносливости и скоростно-силовых качеств показывает на слаженность различных систем организма спортсменов и единство тренировочного процесса при развитии и совершенствовании функциональной работоспособности дзюдоистов.

ГЛАВА 5

Модель функциональной подготовки дзюдоистов

Двигательная система спортсменов состоит из разных мышечных волокон. Даже в пределах одной мышцы волокна различаются по своим свойствам и химизму. Одни волокна, сокращающиеся медленнее, способны к длительной работе. Такие волокна богаче фосфолипидами, миоглобином, в них больше содержание митохондрий (причем и более крупных) и, как правило, выше активность ферментов дыхательного цикла. Другие волокна мышцы сокращаются быстрее. Они богаты креатинфосфатом, гликогеном, в них сильнее развит саркоплазматический ретикулум и выше активность гликолитических ферментов. Кроме того, существуют переходные волокна, занимающие промежуточное положение между первой и второй группами. Соотношение этих волокон в функционально различных мышцах неодинаково, а под влиянием тренировки (в зависимости от характера применяемых нагрузок) в мышце усиливаются свойства, характерные для первого или второго рода волокон.

Наличие различных по строению и функциональной пригодности мышечных волокон позволяет спортсмену выполнять различные по длительности и мощности двигательные действия. Таким образом, в мышечном движении заложены две проблемы: это сокращение (быстрое или медленное) и энергетический потенциал (аэробный или анаэробный). Наличие в одной мышце двух видов волокон делает ее универсальной с точки зрения времени сокращения и энергетического снабжения. Наличие в мышце третьего вида волокон – промежуточных – делает процесс перехода с одно-

го двигательного движения к другому плавным и эффективным. Быстро и медленно сокращающиеся волокна являются составной частью мышцы, и это позволяет ей использовать тот или иной потенциал для конкретного двигательного действия, сокращаясь параллельно, используя аэробное и анаэробное энергоснабжение для выполнения работы.

Из этого следует, что функциональная подготовка дзюдоистов должна решать две основные задачи: совершенствование энергетического снабжения мышц и развитие иннервации мышечных сокращений. Из этих двух главных компонентов и состоит модель функциональной подготовки дзюдоистов. Компонент выносливости в первую очередь предназначен для совершенствования энергетического снабжения мышц и состоит из аэробной, аэробно-анаэробной, анаэробно-гликолитической и анаэробно-алактатной направленности. Скоростно-силовой компонент направлен на развитие иннервации мышечных сокращений и состоит из разделов межмышечной и внутримышечной координации, скорости проведения импульса и эндокринной регуляции (рис. 38).

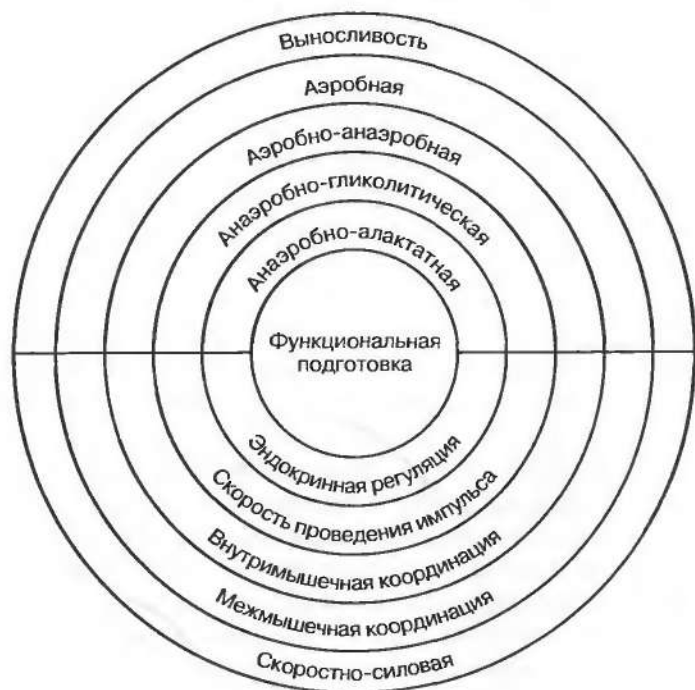


Рис. 38. Модель функциональной подготовки дзюдоистов

Исследования и наблюдения за спортсменами показывают, что характерные для мышц тренированного организма биохимические изменения развиваются не одновременно, а в определенной последовательности. Наиболее быстро увеличиваются возможности аэробных окислительных процессов и содержание гликогена, затем – содержание структурных белков мышц (миозина) и интенсивность гликолиза и, наконец, позднее всего – содержание креатинфосфата в мышцах. После прекращения тренировки в первую очередь возвращается к исходному уровню содержание креатинфосфата, затем интенсивность гликолиза и содержание гликогена, еще позднее – содержание миозина и в последнюю очередь – интенсивность аэробных окислительных процессов.

Таким образом, очевидно, что при развитии функциональной подготовки дзюдоистов в первую очередь необходимо повышать аэробный потенциал медленно сокращающихся волокон, увеличивая окислительные процессы и содержание гликогена. Второй задачей должно быть повышение содержания структурных белков мышц (миозина) и интенсивность гликолиза. И третья задача – увеличение содержания креатинфосфата в быстро сокращающихся мышечных волокнах. Учитывая длительность интенсивности аэробных окислительных процессов, можно планировать на один мезоцикл аэробной подготовки два-три мезоцикла анаэробной гликолитической и алактатной направленности.

Развитие скоростно-силового потенциала должно начинаться с межмышечной координации мышц, затем перейти к совершенствованию внутримышечной и скорости проведения импульса. Развив способность мышечного сокращения, можно начать физиологическое регулирование эндокринной системы в работающих мышцах.

Такая биологическая модель функциональной подготовки позволяет целенаправленно воздействовать на все физиологические компоненты работоспособности, обеспечивающие мышечные сокращения, необходимые в соревновательной деятельности дзюдоистов, что делает процесс подготовки борцов управляемым, прогнозируемым и физиологически обоснованным.

5.1. Компонент выносливости

Алгоритм аэробной работоспособности дзюдоистов

Одной из главных задач функциональной подготовки является развитие компонента выносливости, которая базируется на аэробных возможностях организма. Таким образом, первым шагом



Рис. 39. Алгоритм аэробной работоспособности дзюдоиста

в развитии компонента выносливости функциональной подготовки является алгоритм аэробной направленности (рис. 39).

Для создания условий увеличения максимального потребления кислорода в первую очередь необходимо обеспечить условия повышенного доступа атмосферного воздуха в систему внешнего дыхания, на что и направлен *первый блок алгоритма*.

Внешнее дыхание, или легочная вентиляция, – это первый этап в транспорте дыхательных газов. Функция внешнего дыхания заключается в газообмене организма с внешней средой, обеспечиваю-

щем снабжение организма кислородом и удаление из него углекислого газа. Эта функция осуществляется специализированной системой внешнего дыхания.

Легочная вентиляция представляет собой процесс перемещения воздуха в легкие и из легких с помощью двух циклов вдоха и выдоха. Вдох это активный процесс, в котором участвуют диафрагма и внешние межреберные мышцы. Движения ребер и грудины осуществляются внешними межреберными мышцами и вызывают увеличение грудной клетки и легких, в результате чего атмосферный воздух заполняет легкие и происходит вдох.

В состоянии покоя выдох, как правило, – пассивный процесс, который включает расслабление дыхательных мышц и эластическую тягу легочной ткани. При расслаблении диафрагмы она принимает свое обычное положение. В результате расслабления внешних межреберных мышц ребра и грудина опускаются вниз, занимая обычное для состояния покоя положение. Это приводит к повышению давления в грудной клетке, вследствие чего из легких выходит воздух – происходит выдох.

Обеспечение организма кислородом из окружающего воздуха происходит за счет легочной вентиляции и диффузии кислорода через легочную, альвеолярно-капиллярную, мембрану в кровь. Основными параметрами, характеризующими легочную вентиляцию, являются форсированная жизненная емкость легких, максимальная вентиляция легких, бронхиальная проходимость, сила экспираторных и инспираторных мышц.

Повышенное поступление кислорода в кровь требует улучшения и кислородной емкости крови, на что и направлен *второй блок алгоритма*.

Улучшение этих параметров приводит к увеличению газообмена в легких, который называется диффузией и выполняет две основные функции:

- восполняет запасы кислорода в крови, истощающиеся на тканевом уровне, при его использовании для образования энергии путем окисления;

- выводит диоксид углерода из венозной крови.

Таким образом, главные эффекты тренировки аэробной направленности в отношении кислородной емкости крови состоят в увеличении насыщения ее кислородом из альвеолярного воздуха.

Улучшению кислородтранспортной способности крови служит *третий блок алгоритма*.

Кислородтранспортная способность крови – это максимальное количество кислорода, которое может транспортировать кровь.

В первую очередь она зависит от содержания гемоглобина в крови. Кровь, проходя через легкие, контактирует с альвеолярным воздухом и присоединяет почти весь кислород. Когда кислород диффундирует из альвеол в кровь, он растворяется в плазме и из нее в эритроциты, где вступает в химическую связь с гемоглобином. Таким образом, чем выше содержание гемоглобина в крови, тем больше кислородтранспортная способность крови. Во время аэробной мышечной работы вследствие развития рабочей гемоконцентрации повышается содержание гемоглобина и пропорционально увеличивается кислородтранспортная способность крови. Каждая молекула гемоглобина может связывать 4 молекулы кислорода, образуя оксигемоглобин. Интенсивность соединения кислорода с гемоглобином зависит от парциального давления кислорода в крови и силы связи между ними. Высокое парциальное давление кислорода в крови обеспечивает почти полное насыщение гемоглобина кислородом. При пониженном парциальном давлении кислорода в крови уменьшается и насыщенность гемоглобина. Если кровь становится более кислой, это показывает, что на тканевом уровне от гемоглобина отделилось большое количество кислорода, и поэтому в легких может быть его значительное насыщение, что и происходит в результате физической нагрузки.

Повышение температуры крови, также повышает ее кислотность и влияет на более интенсивный переход кислорода в ткани, вследствие этого гемоглобин отдает больше кислорода, когда кровь проходит по активным мышцам. В легких, где температура крови ниже, процесс насыщения гемоглобина кислородом увеличивается.

Основное увеличение кислородтранспортной способности крови на этом этапе происходит за счет увеличения эритроцитов и насыщения крови кислородом в результате разности парциального давления кислорода в крови.

Четвертым блоком алгоритма является увеличение митохондрий и гормонов, улучшающих усвоение кровью кислорода.

Метаболическая адаптация, происходящая под влиянием аэробной тренировки не только улучшает доставку к мышцам кислорода и его потребление, но и увеличивает количество и повышает способность митохондриальной фракции к окислению. Митохондрии, выделенные из тренированных мышц, характеризуются высокой степенью сопряженности дыхания и фосфорилирования, которая способствует повышению генерации АТФ.

Увеличение дыхательной способности мышц не является единственным механизмом, который обеспечивает влияние трениров-

ки на субстратный метаболизм при мышечной деятельности. Нейроэндокринные реакции играют также ведущую роль в мобилизации субстратов и их утилизации при физических нагрузках и изменяются под влиянием тренировки аэробной направленности.

Основное влияние на аэробную тренировку оказывают два гормона – инсулин и глюкагон.

Инсулин и глюкагон являются потенциальным ингибитором как образования глюкозы в печени, так и липолиза в адипозной ткани. Более высокий уровень инсулина, появляющийся под влиянием тренировки, вносит свой вклад в замедление скорости освобождения глюкозы и свободных жирных кислот при мышечной работе. Тренировка усиливает влияние инсулина на скелетные мышцы, что приводит к возрастанию скорости инсулинстимулируемого транспорта глюкозы в мышцах во время их сократительной активности.

Тренировка аэробной направленности снижает секрецию глюкагона, что в восстановительном периоде приводит к его увеличению и повышению образования глюкозы при физических нагрузках.

Пятый блок алгоритма направлен на повышение внутримышечных запасов энергообеспечения.

В результате нагрузки аэробной направленности увеличивается возможность кислородного расщепления АТФ в момент сокращения мышцы. В мышце увеличиваются запасы источников энергии: фосфокреатина, гликогена, липидов. Значительно повышается активность ферментов, катализирующих аэробные окислительные процессы, сами источники энергии становятся более доступны ферментативным воздействиям. Существенное значение имеет увеличение в мышцах миоглобина.

Успешное освоение алгоритма аэробной направленности создает условия для перехода на более сложный уровень тренировки в аэробно-анаэробных условиях.

Алгоритм аэробно-анаэробной работоспособности

Алгоритм аэробно-анаэробной направленности является логическим продолжением предыдущего алгоритма аэробной работы. Основная задача данного алгоритма – проведение тренировочных занятий на верхних границах ЧСС спортсменов, обеспечивающих аэробную производительность организма. Продолжительность упражнения должна соответствовать длительности схватки (5 мин),

а число серий – количеству схваток в соревновании, средняя ЧСС в пределах 161–185 уд./мин (рис. 40).

Такая работа позволит значительно расширить аэробные возможности организма дзюдоистов и за счет увеличения окислительных возможностей мышечной системы повысить порог анаэробного обмена.

Первый блок алгоритма направлен на увеличение дыхательного коэффициента дзюдоистов.

Дыхательный коэффициент складывается из отношения количества углекислого газа к количеству потребляемого кислорода на уровне легких.



Рис. 40. Алгоритм аэробно-анаэробной работоспособности

Этот блок направлен на тренировку спортсменов, когда работа выполняется на верхней границе аэробного энергообеспечения организма. Решение этой задачи создаст условия для максимального расширения аэробных возможностей организма и использования всех механизмов кислородного окисления.

Вторым блоком алгоритма является увеличение диффузии кислорода в кровь.

В результате применения аэробно-анаэробной нагрузки происходит значительное различие парциальных давлений газов в альвеолах и в крови, что создает градиент давления через легочную мембрану. Это является основой для значительного увеличения диффузии кислорода и углекислого газа. Механизм этого процесса следующий: кровь, лишенная большей части кислорода, поступает в легочные капилляры с парциальным давлением кислорода 40–45 мм рт. ст. Это на 55–65 мм рт. ст. меньше, чем парциальное давление кислорода в альвеолах. Градиент давления кислорода через легочную мембрану – 55–65 мм рт. ст., это давление содействует перемещению кислорода из альвеол в кровь, чтобы уравновесить давление кислорода по обе стороны легочной мембраны.

Таким образом, аэробно-анаэробная тренировка на верхних уровнях ЧСС значительно расширяет аэробные возможности организма и увеличивает диффузную способность кислорода.

Третьим блоком алгоритма является повышение капилляризации мышечных волокон.

Одна из наиболее важных адаптационных реакций на нагрузку аэробно-анаэробной направленности – увеличение числа капилляров вокруг каждого мышечного волокна. Чем больше спортсмен тренируется, тем больше увеличивается количество капилляров. Увеличение капилляризации начинается при аэробной направленности нагрузки, но основное увеличение происходит в аэробно-анаэробном режиме.

Увеличение количества капилляров улучшает газо- и теплообмен, ускоряет выделение продуктов распада и обмен питательных веществ между кровью и работающими мышечными волокнами. Это обеспечивает подготовку внутренней среды для образования энергии и выполнения мышечных сокращений.

Четвертый блок алгоритма – повышение эффективности митохондриального дыхания – направлен на совершенствование окислительных возможностей работающих мышц.

Аэробно-анаэробная тренировка приводит к увеличению размеров и количества митохондрий скелетных мышц, что повышает

эффективность ее окислительного метаболизма. Интенсивность этих изменений возрастает в результате повышения производительности митохондрий. Окислительное расщепление источников энергии и конечное образование АТФ зависят от действия митохондриальных ферментов. Активность этих ферментов увеличивается вследствие тренировки аэробно-анаэробной направленности.

Пятый блок алгоритма направлен на увеличение окислительных ферментов, обеспечивающих энергетический потенциал мышцы.

Тренировка аэробно-анаэробной направленности оказывает значительное влияние на активность таких мышечных ферментов, как сукцинатдегидрогеназа и цитратсинтаза.

Повышение активности этих окислительных ферментов вследствие тренировок отражает как увеличение количества и размеров мышечных митохондрий, так и повышение способности образовывать АТФ. Увеличение активности ферментов совпадает с повышением максимального потребления кислорода. Эти изменения можно рассматривать как имеющие определенные значения для утилизации кислорода тканями во время мышечной работы и для обеспечения экономии расходования гликогена.

Алгоритм анаэробно-гликолитической работоспособности

Нагрузки анаэробного гликолитического воздействия вызывают резкое усиление анаэробных процессов, в особенности гликолиза, с накоплением в организме спортсмена молочной кислоты и образованием кислородного долга. Это требует от спортсмена предельного напряжения, вследствие чего возникает сильное утомление. Продолжительность упражнения – 100 с, а отдых между подходами – 60 с. Всего в одном упражнении должно быть три подхода по 100 с работы и два 60-секундных отдыха между подходами. Перерыв между упражнениями – 5 мин с постепенным уменьшением до 3 мин. Количество серий равняется десяти. Средняя ЧСС – 186–195 уд./мин.

Нагрузка анаэробного типа повышает толерантность мышц к кислоте, которая накапливается в них в процессе анаэробного гликолиза. Накопление молочной кислоты является главным фактором, обуславливающим наступление утомления во время выполнения физических нагрузок анаэробной направленности, поскольку водород, выделяясь из нее, влияет на процесс обмена веществ мышечных сокращений. Буферные вещества, такие как бикарбо-

нат и фосфаты мышц, соединяясь с водородом, понижают кислотность волокон и, следовательно, задерживают появление утомления.

Основной задачей алгоритма является повышение буферных систем организма спортсменов.

Буферные системы нейтрализуют значительную часть поступающих в кровь кислот и щелочей, тем самым препятствуя сдвигу активной реакции крови. В организме в процессе метаболизма в большей степени образуются кислые продукты. Поэтому запасы щелочных веществ в крови во много раз превышают запасы кислых. Их рассматривают как щелочной резерв крови. К буферным системам крови относятся гемоглобиновая, карбонатная, фосфатная и белковая.

Гемоглобиновая буферная система на 75% обеспечивает буферную емкость крови. Оксигемоглобин является более сильной кислотой, чем восстановленный гемоглобин. В капиллярах тканей в кровь поступает большое количество кислых продуктов распада. Одновременно в тканевых капиллярах при диссоциации оксигемоглобина происходит отдача кислорода и появление большого количества щелочнореагирующих солей гемоглобина. Последние взаимодействуют с кислыми продуктами распада, например с угольной кислотой. В результате образуются бикарбонаты и восстановленный гемоглобин. В легочных капиллярах гемоглобин, отдавая ионы водорода, присоединяет кислород и становится сильной кислотой, которая связывает ионы калия. Ионы водорода используются для образования угольной кислоты, в дальнейшем выделяющейся из легких в виде H_2O и CO_2 .

Карбонатная буферная система по своей мощности занимает второе место. Она представлена угольной кислотой (H_2CO_3) и бикарбонатом натрия или калия ($NaHCO_3$, $KHCO_3$) в пропорции 1/20. Если в кровь поступает кислота более сильная, чем угольная, то в реакцию вступает бикарбонат натрия. Образуются нейтральная соль и слабодиссоциированная угольная кислота. Угольная кислота под действием карбоангидразы эритроцитов распадается на H_2O и CO_2 , последний выделяется легкими в окружающую среду. Если в кровь поступает основание, то в реакцию вступает угольная кислота, образуя гидрокарбонат натрия и воду.

Фосфатная буферная система состоит из натрия дигидрофосфата (NaH_2PO_4) и натрия гидрофосфата (Na_2HPO_4). Первое соединение обладает свойствами слабой кислоты и взаимодействует с поступившими в кровь щелочными продуктами. Второе соедине-

ние имеет свойства слабой щелочи и вступает в реакцию с более сильными кислотами.

Белковая буферная система осуществляет роль нейтрализации кислот и щелочей благодаря амфотерным свойствам: в кислой среде белки плазмы ведут себя как основания, в основной – как кислоты.

Буферные системы имеются и в тканях, что способствует поддержанию рН тканей на относительно постоянном уровне. Главными буферами тканей являются белки и фосфаты.

Первый блок алгоритма (рис. 41) направлен на увеличение способности дзюдоиста бороться с кислородным долгом, который возникает из-за увеличения нагрузки и перехода организма на анаэробное энергообеспечение, что совершенствует гемоглобиновую буферную систему.



Рис. 41. Алгоритм анаэробно-гликолитической работоспособности

Различают две фазы кислородного долга:

1) *быстрая фаза*, отражающая процесс окислительного ресинтеза фосфорсодержащих соединений (АТФ и КрФ), распадающихся при работе; эта фаза кислородного долга носит название алактатной и составляет до 25% от общей величины кислородного долга;

2) *медленная фаза* кислородного долга связана с окислительным устранением молочной кислоты, образовавшейся в ходе выполнения упражнения, и она обозначается как лактатный кислородный долг; скорость лактатной фракции кислородного долга примерно в 30 раз медленнее скорости ликвидации его алактатной части.

Кислородный долг при работе анаэробно-гликолитической направленности может вызываться двумя факторами. При кратковременной интенсивной работе в образовании кислородного долга решающую роль играет израсходование запасов КрФ и АТФ, а при продолжительной работе – расходование гликогена и смещение кислотно-основного равновесия. После работы, выполненной в устойчивом состоянии, кислородный долг наполовину восполняется уже за 30 с, а полностью – за 3–5 мин. После интенсивной работы «погашение» кислородного долга происходит в две фазы: сначала быстрое, а затем – медленное, затяжное возвращение к дорабочему уровню потребления кислорода.

Быстрый компонент O_2 -долга (алактатный) включает то количество кислорода, которое необходимо для ресинтеза АТФ и КрФ. Он характеризует вклад креатинфосфатного механизма в энергетическое обеспечение работы. Медленный компонент O_2 -долга (лактатный) включает то количество кислорода, которое необходимо для окисления образовавшейся молочной кислоты при выполнении работы. Его величина может характеризовать участие гликолитического механизма в энергетическом обеспечении мышечной работы. Медленный компонент O_2 -долга восстанавливается наполовину за 15–25 мин, а полностью – за 1,5–2 ч.

Приход кислорода во время работы влияет на кислородный запрос и долг, что отражается на мощности выполняемого упражнения.

Таким образом, *второй блок алгоритма* направлен на увеличение поступления кислорода в клетки работающих мышц и отвечает за увеличение тканевого дыхания организма спортсменов.

Тканевым дыханием называют обмен дыхательных газов, происходящий в массе клеток при биологическом окислении питательных веществ. В ходе окислительных процессов клетки поглощают

из капилляров кислород и одновременно выделяют конечный продукт метаболизма – углекислый газ. Поскольку недостаток O_2 лимитирует окислительные реакции значительно сильнее, чем их лимитирует неадекватное удаление CO_2 , мы будем рассматривать прежде всего процессы, обеспечивающие снабжение тканей кислородом.

Каждая клетка организма нуждается в поступлении определенного количества энергии. Эта энергия необходима для поддержания нормальной структуры и жизнедеятельности клеток, а также для выполнения специфических функций. В нормальных условиях клетки получают энергию, главным образом, путем окислительного (аэробного) разложения питательных веществ. Для осуществления аэробного метаболизма в клетке должны поддерживаться определенные концентрации субстратов (углеводов, белков и жиров) и молекулярного кислорода.

В анаэробных условиях необходимая клетке энергия может быть получена только в процессе гликолиза. Конечный продукт гликолиза – лактат включает в себе еще много энергии, поэтому данный путь метаболизма менее экономичен, чем аэробное разложение глюкозы. Для получения одного и того же количества энергии в анаэробных условиях в клетке должно расщепляться примерно в 15 раз больше глюкозы, чем в аэробных.

Количество кислорода, которое клетки могут использовать для окислительных процессов, зависит от величины конвекционного переноса O_2 кровью и уровня диффузии O_2 из капилляров в ткани. Поскольку единственным запасом кислорода в большинстве тканей служит его физически растворенная фракция, снижение поступления O_2 с кровью приводит к тому, что потребности тканей в кислороде перестают удовлетворяться, развивается кислородное голодание и замедляются обменные процессы.

В начальном периоде интенсивной мышечной нагрузки возросшая потребность скелетных мышц в O_2 частично удовлетворяется за счет кислорода, высвобождаемого миоглобином. В дальнейшем возрастает мышечный кровоток, и поступление кислорода к мышцам вновь становится адекватным. Количество кислорода, освобожденного оксимиоглобином, составляет часть кислородного долга, который должен быть восполнен в каждом мышечном волокне.

Обмен дыхательных газов между капиллярной кровью и тканями происходит, как и в легких, путем диффузии. Молекулы O_2 движутся по градиенту напряжения (парциального давления) этого газа из эритроцитов и плазмы в окружающие ткани. Одновре-

менно происходит диффузия углекислого газа, образующегося в окислительных процессах, из тканей в кровь (напряжение CO_2 в тканях велико, а в крови мало). Энергией, обеспечивающей диффузию дыхательных газов, служит кинетическая энергия отдельных молекул этих газов. Таким образом, напряжение O_2 и CO_2 в крови играет большую роль в тканевом газообмене.

На обмен дыхательных газов в мышечных клетках влияет не только градиент напряжения этих газов между капиллярной кровью и клетками, но также плотность капилляров и распределение кровотока в микроциркуляторном русле. От числа перфузируемых капилляров, их длины и расстояния между ними непосредственно зависят как площадь диффузионной поверхности, на которой происходит газообмен между кровью и тканью, так и диффузионное расстояние внутри ткани. Предыдущая работа в аэробной и аэробно-анаэробной направленности создала плотную капиллярную сеть, что в анаэробно-гликолитическом режиме способствует газообмену.

Напряжение O_2 в клетках в норме имеет промежуточное значение между напряжением O_2 в артериальной крови и минимальным значением, которое в органах с высокими потребностями в кислороде составляет около 1 мм рт. ст. Для нормального протекания окислительных процессов необходимо, чтобы напряжение O_2 в области митохондрий превосходило 0,1–1 мм рт. ст. Эта величина называется критическим напряжением O_2 в митохондриях. Если напряжение O_2 в участках цитоплазмы, непосредственно граничащих с митохондриями, падает ниже критического, то полное окисление становится невозможным, перенос водорода и электронов в дыхательной цепи подавляется и в результате не может поддерживаться нормальная скорость энергетического обмена. Таким образом, важнейшим показателем, характеризующим снабжение тканей кислородом, служит напряжение O_2 в клетках, которое создается при работе анаэробно-гликолитической направленности.

Распределение парциального давления O_2 в работающих мышцах в наибольшей степени зависит от функционирования миоглобина в качестве буфера и переносчика кислорода. Диффузия кислорода в мышечной ткани, при нагрузке создает очень большие градиенты парциального давления кислорода между кровью капилляров и снабжаемыми этими капиллярами мышечными клетками. Когда парциальное давление O_2 в мышечном волокне мало, столь же невелики и градиенты парциального давления кислорода в этом волокне. Следовательно, главным механизмом переноса O_2 в мышечных клетках должна быть облегченная диффузия.

При анаэробно-гликолитической работе повышенная потребность в O_2 может удовлетворяться как за счет увеличения снабжения кислородом, так и за счет более полной его утилизации. Поступление O_2 к тканям может увеличиваться благодаря усилению кровотока либо повышению содержания O_2 в артериальной крови, либо в результате обоих этих эффектов. Однако повышение содержания O_2 в артериальной крови путем кратковременной гипервентиляции практически невозможно, поскольку в физиологических условиях насыщение гемоглобина кислородом уже составляет около 97%. В связи с этим при увеличении потребности мышц в кислороде доставка последнего возрастает главным образом за счет повышения его утилизации.

При работе анаэробно-гликолитической направленности создается артериальная гипоксия, при которой снабжение мышечных клеток кислородом ограничено, и в результате организм спортсменов вынужден работать при уровне усвоения кислорода на 76–80%. В этих условиях напряжение кислорода в капиллярной крови резко уменьшается, его падение приводит к венозной гипоксии. Благодаря этому ухудшение снабжения тканей кислородом частично компенсируется. Когда градиент напряжения O_2 между кровью и тканями становится слишком мал для того, чтобы кислород высвобождался в достаточном количестве, внутриклеточное напряжение O_2 в области венозного конца капилляра падает ниже критического уровня парциального давления кислорода в митохондриях. Это приводит к угнетению энергетического обмена, что наиболее эффективно совершенствует гемоглобиновую буферную систему, которая обеспечивает буферную емкость крови.

Третий блок алгоритма направлен на совершенствование поддержки кислотно-щелочного равновесия.

В жидких средах организма находится определенная концентрация протонов водорода (H^+) и гидроксильных ионов (OH^-).

Протоны водорода (H^+) образуются в основном при диссоциации (распаде на ионы) кислот. Сильные кислоты диссоциируют на ионы почти полностью, слабые – только частично.

Гидроксилы (OH^-) образуются при диссоциации оснований или сложных органических соединений, имеющих OH^- -группы: $NaOH - Na^+ + OH^-$.

Молекулы воды также увеличивают концентрацию H^+ и OH^- в среде. Вода является слабым электролитом и частично диссоциирует на ионы: $H_2O = H^+ + OH^-$.

Протоны водорода легко гидратируются молекулами воды с образованием гидроксония H_3O^+ . Однако для простоты изложения его обозначают как протон H^+ .

Концентрация свободных протонов водорода в водной среде определяет ее кислотность, а концентрация гидроксидов – щелочность среды. Соотношение концентрации свободных протонов водорода и концентрации гидроксидов H^+/OH^- определяет активную реакцию среды, т.е. ее кислотно-щелочное состояние. Постоянство активной реакции внутренней среды организма называется кислотно-щелочным равновесием. Если концентрация H^+ больше, чем OH^- , то водная среда кислая. Если гидроксидов больше, чем протонов водорода, – среда щелочная. При одинаковой их концентрации среда нейтральная. Для более точной характеристики активной реакции среды используют водородный показатель (рН) кислотно-щелочного состояния водной среды организма.

Определение рН крови и мочи спортсмена является важным диагностическим показателем в практике спорта, так как при физических нагрузках наблюдаются значительные изменения рН внутренней среды организма, что влияет на многие биологические процессы.

- Состояние белков, особенно ферментов, и их биологическую активность: каждый фермент имеет свое значение рН, при котором он наиболее активен. Обычно высокая метаболическая активность отмечается в пределах величин рН биологической среды; изменение рН существенно снижает активность ферментов и скорость регулируемых ими процессов.

- Сократительную активность белков актина и миозина: понижение рН в скелетных мышцах уменьшает образование актомиозиновых мостиков в миофибриллах и снижает силу мышечного сокращения.

- Транспорт ионов и возбудимость плазматических мембран: при закислении среды нервных и мышечных клеток снижается проводимость Na^+-K^+ -насосов для ионов, что влияет на возбудимость этих тканей.

- Освобождение Ca^{2+} из саркоплазматического ретикулума и скорость сокращения скелетной мышцы: при активации процесса сокращения мышц отмечается повышение внутриклеточного рН, что способствует выходу Ca^{2+} из мембран саркоплазматического ретикулума, где он депонируется; при продолжительной стимуляции мышц в клетках среда закисляется в результате образования молочной кислоты и подавляет силу сокращения мышц.

- Скорость распада АТФ: при повышении рН скорость распада АТФ повышается, при этом увеличивается количество свободной энергии, которая может использоваться для осуществления полезной работы в клетках.

- Возбудимость болевых рецепторов.

Кислотно-основное равновесие – необходимое условие для нормальной жизнедеятельности всех клеток организма. Изменение рН крови от 7,36 до 6,80 в нетренированном организме может привести к его гибели.

При физических нагрузках анаэробно-гликолитической направленности усиливается метаболизм, в том числе тех процессов, которые приводят к накоплению кислых продуктов. В скелетных мышцах в процессе гликолиза (анаэробного окисления глюкозы) накапливается молочная кислота. Она поступает в кровь и изменяет кислотно-щелочное равновесие организма. Интенсивные физические нагрузки анаэробной направленности приводят к значительному накоплению молочной кислоты в скелетных мышцах и выходу ее в кровь. При этом в скелетных мышцах и крови рН снижается до 7,0 или даже до 6,5. Закисление внутренней среды организма при физических нагрузках называется метаболическим ацидозом.

Метаболический ацидоз под воздействием физических нагрузок тренируем. У высококвалифицированных спортсменов при развитии метаболического ацидоза обычно сохраняется высокая работоспособность за счет адаптации физиологических систем организма к изменениям внутренней среды, а также за счет большой эффективности работы химических буферных систем, которые препятствуют изменению рН среды.

Некоторыми авторами получены данные о снижении рН крови у высококвалифицированных спортсменов до 6,9 и даже ниже, то есть реакция крови становится, вместо щелочной, кислой. Одной из важных причин, позволяющих спортсменам выдерживать чрезвычайно высокую степень закисления крови, является появление у них видоизмененных белков, имеющих несколько иные физико-химические свойства. Эти белки не разрушаются в условиях снижения рН.

Ацидоз является фактором, вызывающим утомление организма. После прекращения работы рН мышц и крови быстро нормализуется (в пределах 30 мин). Болевые ощущения, связанные с изменением рН внутренней среды организма при физических нагрузках, также исчезают в этот период времени.

Кислотно-щелочное изменение крови приводит к повышению артериально-венозной разницы по кислороду в организме дзюдоистов, что является задачей следующего блока алгоритма.

Четвертый блок алгоритма направлен на повышение артериально-венозной разницы по кислороду.

В состоянии покоя содержание кислорода в артериальной крови составляет 20 мл/100 мл крови. Этот показатель снижается до 15–16 мл/100 мл крови, когда кровь проходит по капиллярам в венозную систему. Различие в содержании кислорода в артериальной и венозной крови называют артериовенозной разницей по кислороду (АВР–O₂). Она отражает потребление тканями 4–5 мл кислорода/100 мл крови. Количество потребляемого кислорода прямо пропорционально количеству, используемому для образования энергии путем окисления. Следовательно, с увеличением использования кислорода АВР–O₂ также возрастает. Например, при интенсивной физической нагрузке анаэробно-гликолитической направленности, АВР–O₂ в сокращающихся мышцах может увеличиваться до 15–16 мл/100 мл крови. При такой усилении кровь отдает больше кислорода активным мышцам, поскольку парциальное давление кислорода в них намного ниже, чем в артериальной крови. Увеличенная артерио-венозная разница по кислороду, обусловленная тренировкой, особенно проявляющаяся при анаэробно-гликолитических нагрузках, отражает повышенное извлечение кислорода тканями, а также более эффективное распределение крови. Увеличение сатурации кислорода тканями создает благоприятные условия для совершенствования буферных систем организма спортсменов.

Таким образом, работа анаэробно-гликолитической направленности способствует увеличению:

- возможности мышечных клеток сокращаться в условиях их внутреннего закисления;
- возможности организма функционировать в условиях закисления крови;
- мощности буферных систем крови;
- возможности нервной системы функционировать в условиях острой нехватки кислорода.

Алгоритм анаэробно-алактатной работоспособности

Анаэробную производительность в основном характеризует максимальный кислородный долг с его лактатной и алактатной фракциями. В данном алгоритме рассмотрен вариант развития

алактатной фракции анаэробной работоспособности дзюдоистов (рис. 42).

Спортивная схватка складывается из трех основных элементов: атака или защита, которые продолжаются примерно 15–20 с, и пауза продолжительностью примерно 30 с. Таким образом, продолжительность упражнения должна соответствовать длительности атаки 20 с, а отдых между подходами 30 с паузы. Всего в одном упражнении должно быть три подхода по 20 с работы и двумя 30-секундными отдыхами между подходами. Перерыв между упражнениями 5 мин с постепенным уменьшением до 3 мин. Количество серий равняется десяти. Темп выполнения упражнений максимальный, средняя ЧСС – 196–200 уд./мин.



Рис. 42. Алгоритм анаэробно-алактатной работоспособности

Для проведения технико-тактических действий борец должен совершать не только сильные, но и быстрые движения, которые происходят за счет расщепления в мышцах креатинфосфата, поэтому *первый блок* алгоритма направлен на его увеличение в мышцах дзюдоистов.

В мышечных клетках всегда имеется креатинфосфат – соединение, содержащее фосфатную группу, связанную с остатком кре-

атина макроэргической связью. Содержание креатинфосфата в мышцах в покое – 15–20 ммоль/кг.

Креатинфосфат обладает большим запасом энергии и высоким сродством к АДФ. Поэтому он легко вступает во взаимодействие с молекулами АДФ, появляющимися в мышечных клетках при физической работе в результате гидролиза АТФ. В ходе этой реакции остаток фосфорной кислоты с запасом энергии переносится с креатинфосфата на молекулу АДФ с образованием креатина и АТФ.

Эта реакция катализируется ферментом креатинкиназой. В связи с этим данный путь ресинтеза АТФ еще называется креатинкиназным.

При мышечной работе максимальной мощности активность креатинкиназы значительно возрастает за счет активирующего воздействия на нее ионов кальция, концентрация которых в саркоплазме под действием нервного импульса увеличивается почти в 1000 раз. Другой механизм регуляции креатинфосфатной реакции связан с активирующим воздействием на креатинкиназу креатина, образующегося в ходе данной реакции. За счет этих механизмов активность креатинкиназы в начале мышечной работы резко увеличивается и креатинфосфатная реакция очень быстро достигает максимальной скорости.

Креатинфосфат, обладая большим запасом химической энергии, является веществом непрочным. От него легко может отщепляться фосфорная кислота, в результате чего происходит циклизация остатка креатина, приводящая к образованию креатинина.

Суммарные запасы АТФ и креатинфосфата часто обозначают термином фосфагены.

Образование креатина происходит в печени с использованием трех аминокислот: глицина, метионина и аргинина. В спортивной практике для повышения в мышцах концентрации креатинфосфата используют в качестве пищевых добавок препараты глицина и метионина.

Креатинфосфатный путь ресинтеза АТФ характеризуется следующими величинами принятых количественных критериев:

Максимальная мощность составляет 900–1100 кал/мин-кг, что в три раза выше соответствующего показателя для аэробного ресинтеза. Такая большая величина обусловлена высокой активностью фермента креатинкиназы и, следовательно, очень высокой скоростью креатинфосфатной реакции.

Время развертывания – всего 1–2 с; исходных запасов АТФ в мышечных клетках хватает на обеспечение мышечной деятельности как раз в течение этого времени, и к моменту их исчерпания креатинфосфатный путь образования АТФ уже функционирует со своей максимальной скоростью. Такое малое время развертывания объясняется действием описанных выше механизмов регуляции активности креатинкиназы, позволяющих резко повысить скорость этой реакции.

Время работы с максимальной скоростью – до 20 с, что связано с исходными запасами креатинфосфата в мышцах.

Главными преимуществами креатинфосфатного пути образования АТФ являются очень малое время развертывания и высокая мощность, что имеет крайне важное значение для единоборства.

Второй блок алгоритма направлен на совершенствование скорости расходования креатинфосфата.

Во время выполнения упражнения с максимальным напряжением в организме образуется алактатный кислородный долг. Алактатный кислородный долг – это повышенное потребление кислорода в ближайшее время после выполнения кратковременного упражнения максимальной мощности. Этот избыток кислорода требуется для обеспечения высокой скорости тканевого дыхания сразу же после окончания нагрузки для создания в мышечных клетках повышенной концентрации АТФ. В этих условиях происходит фосфорилирование креатина с образованием креатинфосфата.

Синтез креатинфосфата в мышечных клетках происходит во время отдыха путем взаимодействия креатина с избытком АТФ: $\text{Кр} + \text{АТФ} \rightarrow \text{КрФ} + \text{АДФ}$.

Частично запасы креатинфосфата могут восстанавливаться и при мышечной работе умеренной мощности, при которой АТФ синтезируется за счет тканевого дыхания в таком количестве, которого хватает на обеспечение сократительной функции и на восполнение запасов креатинфосфата. Поэтому во время выполнения физической работы креатинфосфатная реакция может включаться многократно.

Исходя из такой характеристики креатинфосфатного пути ресинтеза АТФ, следует считать, что эта реакция является главным источником энергии для обеспечения кратковременных упражнений максимальной мощности: креатинфосфатная реакция может неоднократно включаться во время выполнения физических нагрузок, что делает возможным быстрое повышение мощности выполняемой работы.

Использование креатинфосфата во время работы приводит к накоплению креатина, превращение которого снова в креатинфосфат требует определенного количества кислорода. Отсюда следует, что алактатный кислородный долг характеризует вклад креатинфосфатного пути ресинтеза АТФ в энергообеспечение выполненной физической нагрузки и дает оценку его метаболической емкости.

Таким образом, в организме дзюдоистов необходимо выработать условный рефлекс, который включал бы в себя временные отрезки атаки с расходом и периоды отдыха с ресинтезом креатинфосфата.

В результате систематических тренировок анаэробно-алактатной направленности в мышцах увеличивается концентрация креатинфосфата и повышается активность креатинкиназы, что находит отражение в росте величины максимальной алактатной мощности.

В результате применения четырех разработанных алгоритмов, входящих в компонент выносливости, у дзюдоистов должны повыситься:

- максимальное потребление кислорода;
- порог анаэробного обмена;
- порог буферных систем организма;
- количество креатинфосфата в мышцах.

Такие изменения призваны значительно улучшить специальную работоспособность дзюдоистов, создав задел для реализации скоростно-силового потенциала.

5.2. Скоростно-силовой компонент функциональной подготовки

Для проведения технико-тактических действий в дзюдо необходимо обладать достаточным скоростно-силовым потенциалом практически для мышц всего тела, который не развивается при использовании тренировок на выносливость. Поэтому в модель функциональной подготовки дзюдоистов должен входить компонент развития скоростно-силовых качеств. В учебно-тренировочный процесс дзюдоистов следует вводить занятия, направленные на развитие и совершенствование межмышечной и внутримышечной координации, скорость проведения импульса; все это должно привести к увеличению эффективности воздействия анаболити-

ческих гормонов и в дальнейшем к мощности выполнения технико-тактических действий.

Алгоритм развития межмышечной координации

Совершенство межмышечной координации проявляется в адекватном выборе «нужных» мышц-синергистов, в ограничении «ненужной» активности мышц-антагонистов данного и других суставов и в усилении активности мышц-антагонистов, обеспечивающих фиксацию смежных суставов, и т. п.

Алгоритм межмышечной координации (рис. 43) направлен на совершенствование взаимодействия мышечных групп синергистов и антагонистов тела спортсмена при выполнении упражнений силовой направленности. Такая координация достигается в результате значительного повторения упражнений с малыми и средними отягощениями, которые оказывают дополнительные изменения в мышечной системе борцов, а также влияют на межмышечное взаимодействие.

Первым блоком алгоритма является гипертрофия мышечных волокон, которая влияет на силу мышцы и зависит от ее поперечника. Увеличение мышечного поперечника в результате физической тренировки называется рабочей гипертрофией мышцы. Мышечные волокна, являющиеся высокоспециализированными дифференцированными клетками, не способны к клеточному делению с образованием новых волокон. Рабочая гипертрофия мышцы происходит за счет увеличения объема существующих мышечных волокон. При значительном утолщении мышечных волокон возможно их продольное механическое расщепление с образованием «дочерних» волокон с общим сухожилием. В процессе силовой тренировки число продольно расщепленных волокон увеличивается.

Можно выделить два крайних типа рабочей гипертрофии мышечных волокон – саркоплазматический и миофибриллярный. Саркоплазматическая рабочая гипертрофия – это утолщение мышечных волокон за счет преимущественного увеличения объема саркоплазмы, т. е. несократительной их части. Гипертрофия этого типа происходит за счет повышения содержания несократительных белков и метаболических резервов мышечных волокон: гликогена, безазотистых веществ, креатинфосфата, миоглобина и др. Значительное увеличение числа капилляров в результате тренировки также вызывает некоторое утолщение мышцы.

Наиболее предрасположены к саркоплазматической гипертрофии медленные и быстрые окислительные волокна. Рабочая гипер-



Рис. 43. Алгоритм развития межмышечной координации

трофия этого типа мало влияет на рост силы мышц, но зато значительно повышает их выносливость.

Миофибриллярная рабочая гипертрофия связана с увеличением числа и объема миофибрилл, т. е. собственно-сократительного аппарата мышечных волокон. При этом возрастает плотность миофибрилл в мышечном волокне. Такая рабочая гипертрофия мышечных волокон ведет к значительному росту максимальной силы мышцы. Существенно увеличивается и абсолютная сила мышцы. Наиболее предрасположены к миофибриллярной гипертрофии быстрые мышечные волокна.

В тренировочных условиях гипертрофия мышечных волокон представляет собой комбинацию двух названных типов с преобла-

данием одного из них. Преимущественное развитие того или иного типа рабочей гипертрофии определяется характером мышечной тренировки. Длительные динамические упражнения, развивающие выносливость, с относительно небольшой силовой нагрузкой на мышцы вызывают главным образом рабочую гипертрофию первого типа. Упражнения с напряжениями более 70% от максимальной производительной силы тренируемых групп мышц способствуют развитию рабочей гипертрофии преимущественно второго типа.

Второй блок алгоритма направлен на увеличение синтеза сократительных белков в мышцах.

Среди белков мышечной ткани выделяют три основные группы: саркоплазматические (ферменты), на долю которых приходится около 35 %, миофибриллярные (сократительные), составляющие около 45 %, и стромы (соединительные), количество которых достигает 20 %.

Миофибриллярные белки включают сократительные белки миозин и актин и обеспечивают сократительную функцию мышц.

Миозин является одним из основных сократительных белков мышц, составляя около 55 % общего количества мышечных белков. Из него состоят толстые нити миофибрилл. Основной функцией фибриллярной части молекулы миозина является способность образовывать хорошо упорядоченные пучки миозиновых филаментов или толстые протофибриллы. На головках молекулы миозина расположены активный центр АТФ-азы и актинсвязывающий центр, поэтому они обеспечивают гидролиз АТФ и взаимодействие с актиновыми филаментами.

Молекула миозина содержит значительное количество глутаминовой аминокислоты и имеет большой отрицательный заряд, что усиливает связывание свободных ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} . В присутствии ионов Ca^{2+} повышается АТФ-азная активность миозина и скорость гидролиза АТФ.

Актин – второй сократительный белок мышц, который составляет основу тонких нитей. Известны две его формы – глобулярный G-актин и фибриллярный F-актин. Последний активирует АТФ-азу миозина, что создает движущую силу процессу сокращения.

Актин способен взаимодействовать с миозином, образуя актомиозиновый комплекс. Нить F-актина может связывать большое число молекул миозина. Существенным свойством актомиозинового комплекса является диссоциация его в присутствии АТФ и Mg^{2+} .

В основе рабочей гипертрофии лежит интенсивный синтез и уменьшенный распад мышечных белков. Соответственно концентрация ДНК и РНК в гипертрофированной мышце больше, чем в нормальной. Креатин, содержание которого увеличивается в сокращающейся мышце, может стимулировать усиленный синтез актина и миозина и таким образом способствовать развитию рабочей гипертрофии мышечных волокон и росту силового потенциала мышцы.

Третий блок алгоритма направлен на улучшение АТФ-азной активности миозина. Миозин является не только основной составной частью сократительного комплекса мышечных фибрилл, но и белком-ферментом, катализирующим расщепление АТФ на АДФ и ортофосфат. Эта реакция, не требующая участия кислорода и происходящая в анаэробных условиях, сопровождается выделением около 8 ккал на каждую грамм-молекулу отщепленного ортофосфата. Такая энергия непосредственно преобразуется в механическую энергию мышечного сокращения. Миозин под влиянием расщепления АТФ приобретает эластические свойства. При взаимодействии миозиновых нитей с АТФ они, расщепляя последнюю, сокращаются, подобно мышечному волокну, и совершают механическую работу.

Прежде всего следует иметь в виду, что актин не способен расщеплять АТФ, это свойство присуще только миозину. Миозин, выделенный из мышц, может образовывать сократительные комплексы не только с актином, но и с АТФ, при этом сокращается подобно актомиозину.

АТФ-азная активность миозина связана с наличием в нем свободных групп – HS. Расщеплению АТФ предшествует соединение ее с HS-группами миозина. Поэтому чем большим количеством свободных HS-групп обладает молекула миозина, тем выше его АТФ-азная активность, т. е. тем больше АТФ может он расщепить в единицу времени и создать больше механической энергии мышечных сокращений. Во время мышечной деятельности количество свободных HS-групп миозина увеличивается, а при утомлении – снижается, соответственно этому изменяется и его АТФ-азная активность. Под влиянием скоростно-силовой тренировки содержание свободных HS-групп в миозине также заметно увеличивается, возрастает и общее содержание миозина в мышце. Это является одной из причин того, что тренированные мышцы способны к более сильным сокращениям.

Четвертый блок алгоритма направлен на объединение предыдущих воздействий с выработкой условных рефлексов координированной работы мышц силовой и скоростно-силовой направленности.

Координация силы мышечных сокращений, проявление мышечным волокном силы сокращения является результатом нервной импульсации от двигательного нерва, распространяющейся в виде потенциала действия по сарколемме. Потенциал действия, достигнув двигательной концевой пластинки, вызывает освобождение нейромедиатора ацетилхолина, который перемещается специальным синапсом между нервным окончанием и мышечным волокном и взаимодействует с ацетилхолиновыми рецепторами, расположенными на сарколемме. Это приводит к открытию натриевых каналов, в результате чего поток ионов натрия внутрь мышечного волокна снижает градиент их концентрации. Происходит деполяризация мембраны и, как следствие, генерация потенциала действия, который, распространяясь по сарколемме мышечного волокна в обе стороны и внутрь, вызывает полную активацию мышечного волокна. Передача потенциала действия к саркоплазматическому ретикулуму обуславливает последующее освобождение из него кальция, и его свободная концентрация в саркоплазме становится более 10 ммоль, что сопровождается образованием поперечных мостиков. Последующая активация кальциевой помпы приводит к возвращению кальция в саркоплазматический ретикулум, а ингибирование миозина восстанавливается, если концентрация кальция в саркоплазме становится очень низкой. Такая последовательность процессов повторяется, когда другие импульсы, поступающие от двигательного нерва, достигают двигательной концевой пластинки. Если же частота импульсации высокая, то ионы кальция продолжают высвобождаться из саркоплазматического ретикулума и концентрация кальция в саркоплазме, окружающей миофиламенты, значительно возрастает. В таком случае мышечные волокна между последующими стимулами полностью не расслабляются, а развиваемое мышцей напряжение будет более сильным и непрерывным до тех пор, пока не прекратится нервная импульсация.

Объединение координации сокращений в мышечных группах создает условия скоростно-силового потенциала мышц дзюдоистов.

Алгоритм совершенствования внутримышечной координации

Не все мышечные волокна одинаковы. Отдельная скелетная мышца включает два основных типа волокон: медленно сокращающиеся (МС) и быстро сокращающиеся (БС). Чтобы достичь пика напряжения при стимулировании медленно сокращающимся во-

локнам требуется 110 мс, в то время как быстро сокращающимся – около 50 мс. Все волокна, входящие в состав одной двигательной единицы мышцы (ДЕ), обладают сходными свойствами, т. е. медленная ДЕ включает только медленные мышечные волокна, быстрая ДЕ – только быстрые. Различия в физиологических характеристиках медленных и быстрых мышечных волокон – в их силе, скорости сокращений и выносливости – определяются их морфологическими и биохимическими особенностями.

Быстрые мышечные волокна, как более толстые и содержащие большее количество сократительных элементов – миофибрилл, обладают и большей силой, чем медленные волокна. Быстрые мышечные волокна часто входят в состав больших ДЕ (с большим числом мышечных волокон) и обычно развивают значительно большее напряжение, чем медленные ДЕ. Таким образом, силовой вклад быстрых ДЕ в напряжение мышцы значительно выше, чем вклад медленных ДЕ.

Скорость сокращения мышечных волокон находится в прямой зависимости от активности миозин-АТФ-азы – фермента, расщепляющего АТФ и тем самым способствующего образованию поперечных мостиков и взаимодействию актиновых и миозиновых миофиламентов. Чем выше активность миозин-АТФ-азы, тем быстрее образуются и разрушаются поперечные мостики и тем выше скорость сокращения волокна. Поэтому быстрые мышечные волокна с более высокой активностью этого фермента обладают и более высокой скоростью сокращения по сравнению с медленными волокнами.

Медленные и быстрые волокна различаются по выносливости, т. е. способности к продолжительным сокращениям. Медленные волокна имеют богатую капиллярную сеть, что позволяет им получать большое количество кислорода из крови, а повышенное содержание миоглобина облегчает его транспорт внутри мышечных клеток к митохондриям. Эти волокна содержат большое количество митохондрий, в которых протекают окислительные процессы, имеют повышенное содержание субстратов окисления – жиров и характеризуются высокой активностью окислительных ферментов. Все это обуславливает использование медленными мышечными волокнами более эффективного аэробного, окислительного пути энергопродукции и определяет их высокую выносливость.

Быстрые мышечные волокна имеют высокую активность гликолитических ферментов и повышенное содержание гликогена и значительно меньшие предпосылки для интенсивного и длитель-

ного аэробного (окислительного) способа энергопродукции по сравнению с медленными волокнами. Они имеют меньше капилляров, содержат меньше митохондрий, миоглобина и жиров (триглицеридов). Активность окислительных ферментов в быстрых волокнах ниже, чем в медленных. Эти волокна не обладают большой выносливостью и более приспособлены для мощных (быстрых и сильных), но относительно кратковременных сокращений мышц.

Общая физиологическая характеристика мышц – их сила, скорость сокращения и выносливость – в большой мере определяется процентным соотношением в мышце двух типов волокон. Чем больше в мышце процент быстрых волокон, тем выше скорость сокращения и максимальная сила, развиваемая мышцей при быстром сокращении, и тем быстрее нарастает мышечное напряжение в начале сокращения. Поскольку быстрые волокна используют в большой степени анаэробный гликолитический путь энергопродукции, в мышцах, содержащих более высокий процент таких волокон, максимальная концентрация лактата выше, чем в мышцах, в которых преобладают медленные волокна. Быстрые мышцы более приспособлены к кратковременной работе мощности. Наоборот, чем выше в мышцах процент медленных волокон, тем они выносливее и обладают большей способностью выполнять длительную работу.

Среди быстрых мышечных волокон выделены два подтипа: А и Б. С биохимической точки зрения они различаются прежде всего активностью окислительных и гликолитических ферментов.

Подтип А отличается более высокой окислительной способностью. Волокна этого подтипа обозначают как быстрые окислительно-гликолитические. Их окислительная способность, однако, ниже, чем у медленных волокон. Быстрые окислительно-гликолитические волокна – это часть быстрых волокон, приспособленных к достаточно интенсивной аэробной (окислительной) энергопродукции наряду с весьма мощной лактацидной (анаэробной) системой энергообразования. Подтип Б характеризуется наиболее высокой гликолитической активностью среди всех мышечных волокон, поэтому именно волокна этого подтипа обозначаются как быстрые гликолитические.

С физиологической точки зрения два подтипа быстрых ДЕ различаются силой сокращения и выносливостью. Первое из этих различий в силе, определяется, главным образом тем, что волокна А в среднем несколько толще, чем волокна Б.

Повышенная выносливость А-волокон в значительной мере является результатом их большей приспособленности к аэробной энергопродукции, чем Б-волокон. С функциональной точки зрения быстрые А-волокна могут рассматриваться как промежуточные между медленными и быстрыми.

Вполне вероятно, что три вида мышечных волокон иннервируются соответственно тремя видами мотонейронов. Таким образом, нервно-мышечный аппарат человека составлен из трех видов ДЕ – медленных неутомляемых, быстрых малоутомляемых и быстрых утомляемых волокон.

Анализ показал, что мышца имеет полный набор ДЕ для иннервации и энергообеспечения физической работы различной интенсивности и продолжительности. Медленные ДЕ обеспечивают мышцу наиболее продуктивным аэробным окислением. Быстрые ДЕ типа А обеспечивают высокоинтенсивную мощную работу, а быстрые ДЕ типа Б осуществляют связь между медленными и быстрыми ДЕ. Многочисленными исследованиями доказано, что двигательные единицы тренируемы. При тренировке определенной направленности тренируются те мышечные волокна, которые обеспечивают данную иннервацию и энергопродуктивность. Таким образом, совершенствование межмышечной координации дзюдоистов должно быть направлено на регуляцию и развитие условного рефлекса взаимодействия трех видов мышечных двигательных единиц (рис. 44).

Первый блок алгоритма должен быть направлен на развитие медленных мышечных волокон, потому что медленные и быстрые ДЕ находятся в противоречии развития: при увеличении деятельности медленных волокон ухудшается скорость сокращения быстрых ДЕ, при развитии быстрых ДЕ требуется повышенное усвоение кровью кислорода для утилизации лактата, а это обеспечивают медленные ДЕ. Таким образом, развитие медленных ДЕ создает благоприятные условия для совершенствования быстрых ДЕ.

Второй блок алгоритма развивает промежуточные мышечные волокна, создавая условия безконфликтного перехода к развитию быстрых ДЕ типа Б.

Третий блок алгоритма направлен на развитие быстрых мышечных волокон, позволяющих развивать максимальные усилия взрывного характера, типичные для технико-тактического арсенала дзюдоистов.

Четвертый блок алгоритма развивает регулирование напряжения мышечных волокон для обеспечения длительной работы взрыв-



Рис. 44. Алгоритм совершенствования внутримышечной координации

ного характера дзюдоистов на протяжении отдельной схватки и соревнования в целом. В задачу этого блока входит развитие условного рефлекса, позволяющего каждому мышечному волокну максимально использовать необходимые специфические возможности каждой ДЕ для достижения единого результата.

Алгоритм совершенствования скорости проведения нервно-мышечного импульса

Управление выполнением технико-тактических действий в падении и защите, сохранение определенного положения тела связано с сокращением мышц. Помимо выбора нужных мышечных групп и моментов их включения центральная нервная система (ЦНС) при управлении движениями и сохранении позы должна регулировать степень напряжения этих мышц, что является необходимым условием ведения сложного поединка в борьбе.

Для регуляции мышечного напряжения при выполнении технико-тактических действий в дзюдо используются четыре механизма:

- 1) регуляция числа активных двигательных единиц (мотонейронов) данной мышцы;
- 2) регуляция режима частоты импульсации мотонейронов;
- 3) регуляция временной связи активности двигательных единиц;
- 4) совершенствование сенсорно-двигательных отделов ЦНС.

Выполнение этих условий создает возможность для совершенствования скорости проведения нервно-мышечного импульса, необходимого для реализации технических действий в соревновательных условиях единоборства, на что и направлен предлагаемый алгоритм (рис. 45).



Рис. 45. Алгоритм совершенствования скорости проведения импульса

Первый блок алгоритма направлен на увеличение числа активных двигательных единиц. Мышечная двигательная единица становится активной, когда ее мотонейрон посылает импульсы, а соответствующие мышечные волокна отвечают на них сокращением. Чем больше активных двигательных единиц у данной мышцы, тем большее напряжение она развивает. Число активных двигательных

ных единиц определяется интенсивностью возбуждающих влияний, которым подвергаются мотонейроны данной мышцы со стороны более высоких моторных уровней, внутриспинальных моторных путей и периферических рецепторов. Реакция мотонейронов на эти влияния определяется их возбудимостью или порогом возбуждения, который в значительной степени находится в прямой зависимости от размера мотонейрона.

Если для выполнения данной двигательной задачи мышца должна развить небольшое напряжение, то к ее мотонейронам приходят относительно слабые возбуждающие влияния. Поскольку мышца иннервируется мотонейронами, имеющими неодинаковые размеры, реакция их на эти возбуждающие влияния различна. Чем меньше размер тела мотонейрона, тем ниже порог его возбуждения. Поэтому при относительно слабых возбуждающих влияниях импульсная активность возникает лишь у наименьших из мотонейронов данной мышцы. В результате слабые напряжения мышцы обеспечиваются в основном активностью низкопороговых мотонейронов. Как уже указывалось выше, в основном это медленные двигательные единицы.

Для того чтобы мышца развивала большее напряжение, ее мотонейроны должны подвергнуться более интенсивным возбуждающим влияниям. В ответ на такие влияния увеличивается число импульсно активных мотонейронов: помимо низкопороговых мотонейронов активными становятся и высокопороговые мотонейроны. Таким образом, по мере усиления возбуждающих влияний в активность вовлекаются все более высокопороговые мотонейроны. Следовательно, большие напряжения мышцы обеспечиваются активностью двигательных единиц, начиная от низкопороговых медленных и кончая высокопороговыми быстрыми двигательными единицами.

При продолжительной мышечной работе, связанной с относительно умеренными мышечными сокращениями, в первую очередь активными являются низкопороговые двигательные единицы. Постепенно по мере продолжения работы сократительная способность мышечных волокон этих двигательных единиц уменьшается, у них развивается утомление. Чтобы поддерживать требуемую силу сокращения мышц, усиливаются возбуждающие влияния моторных центров на мотонейроны работающих мышц, что приводит к активности более высокопороговых двигательных единиц, неактивных или малоактивных при прежнем начальном уровне возбуждающих влияний. Напряженная мышечная работа, связан-

ная с сильным сокращением мышц, требует активного участия с самого начала наряду с медленными и быстрых мышечных волокон.

Все это показывает, что степень участия разных видов двигательных единиц определяется характером и длительностью выполняемой работы, что объясняет необходимость выполнения объемной физической нагрузки для увеличения количества мотонейронов в работающих мышцах.

Второй блок алгоритма направлен на регуляцию режима активности двигательных единиц. Чем выше частота импульсации мотонейрона, тем большее напряжение развивает двигательная единица и тем значительнее ее вклад в общее напряжение мышцы. Поэтому регуляция частоты импульсации мотонейронов является важным механизмом, определяющим напряжение мышцы в целом. Особенно значительна роль этого механизма в регуляции напряжения быстрых двигательных единиц.

Частота импульсации мотонейронов зависит от интенсивности возбуждающих влияний, которым они подвергаются. Если интенсивность небольшая, то работают низкопороговые мотонейроны и частота их импульсации относительно невелика. В этом случае двигательные единицы работают в режиме одиночных сокращений. Увеличение напряжения мышцы возникает благодаря усилению возбуждающих влияний на ее мотонейроны. Это усиление приводит не только к включению новых, более высокопороговых мотонейронов, но и к повышению частоты импульсации относительно более низкопороговых мотонейронов. При этом интенсивность возбуждающих влияний еще недостаточна, чтобы вызвать высокочастотный разряд наиболее высокопороговых активных мотонейронов. Поэтому более низкопороговые двигательные единицы работают с относительно большой для них частотой, а наиболее высокопороговые – в режиме одиночных сокращений. Добиться синхронной работы всех двигательных единиц, принимающих участие в проведении технико-тактических действий с необходимой силой иннервации, – основная задача второго блока алгоритма.

Третий блок алгоритма направлен на регуляцию времени активности двигательных единиц. Напряжение мышцы в определенной мере зависит от того, как связаны во времени импульсы, посылаемые разными мотонейронами данной мышцы. Если двигательные единицы работают в режиме одиночных сокращений, но асинхронно, то общее напряжение всей мышцы колеблется незначительно. Чем больше число асинхронно сокращающихся двига-

тельных единиц, тем меньше колебаний в напряжении мышц. Соответственно плавно выполняется движение или точнее удерживается необходимая поза. В нормальных условиях большинство двигательных единиц одной мышцы работают асинхронно, независимо друг от друга, что и обеспечивает нормальную плавность ее сокращения.

При утомлении, вызванном мышечной работой, нарушается нормальная деятельность двигательных единиц. Они начинают возбуждаться синхронно. В результате движение теряет плавность, нарушается его точность, возникает тремор утомления.

При выполнении скоростно-силовых сокращений мышц синхронизация импульсной активности мотонейронов играет важную роль, влияя на скорость развития напряжения, т.е. на величину «градиента силы». Ясно, что чем больше совпадений в сократительных циклах разных двигательных единиц в начале развития напряжения мышцы, тем быстрее оно нарастает. Это в значительной степени связано с тем, что в начале разряда частота импульсации мотонейронов выше, чем в дальнейшем. Благодаря высокой начальной частоте импульсации и активности большого числа мотонейронов вероятность совпадения сократительных циклов многих двигательных единиц в начале движения очень велика. Таким образом, скорость нарастания напряжения мышцы зависит как от числа активируемых двигательных единиц, так и от начальной частоты и степени синхронизации импульсации мотонейронов данной мышцы. Такие положения данного блока делают его ведущим при развитии импульсов взрывного характера и при проведении упражнений различной направленности, решающих задачу по времени напряжения мышц, необходимых для реализации технических действий в дзюдо.

Четвертый блок алгоритма направлен на регуляцию тетанического сокращения мышц при выполнении различных упражнений. Тетанический режим работы мышечных волокон возникает при относительно высокой частоте импульсации мотонейрона. В этих случаях интервалы между смежными импульсами мотонейрона короче, чем длительность одиночного сокращения иннервируемых им мышечных волокон. Если второй импульс от мотонейрона приходит до того, как закончился первый цикл сокращения, второй цикл накладывается на предыдущий и суммарный ответ мышечных волокон становится больше, чем при одиночном сокращении. Если к мышечным волокнам приходит серия импульсов с большой частотой, то сокращение, вызванное вторым импульсом, накладыва-

ется на первое сокращение, на второе сокращение накладывается механический ответ на третий импульс и т. д., происходит наложение отдельных ответов друг на друга. При этом величина ответа на каждый последующий импульс меньше, чем на предыдущий. После нескольких первых импульсов последующие ответы мышечных волокон не изменяют достигнутого напряжения, но поддерживают его. Такой режим сокращения мышечных волокон называется полным, или гладким, тетанусом. Он возникает, когда все сократительные элементы максимально активны, а эластичные элементы мышечных волокон достигают фиксированной длины.

Увеличение частоты импульсации мотонейронов сверх максимальной не вызывает изменения в максимальном напряжении мышечных волокон. Однако для повышения скорости нарастания их напряжения это увеличение частоты импульсации играет важную роль. В некоторых пределах, чем выше начальная частота импульсации мотонейрона, тем быстрее нарастает напряжение в мышечных волокнах.

Напряжение, развиваемое мышечными волокнами при полном тетанусе, обычно в 2–4 раза больше, чем при одиночном сокращении. Это связано, по-видимому, с более коротким периодом активного состояния у быстрых мышечных волокон по сравнению с длительностью активного состояния у медленных волокон. Поэтому первые успевают развить во время одиночного цикла сокращения лишь слабое напряжение.

Если частота импульсации мотонейронов выше частоты, характерной для режима одиночных сокращений, но ниже частоты полного тетануса, происходит суперпозиция соседних циклов сокращения, но полного механического слияния не возникает. В этом случае наблюдается волнообразный ответ мышцы, обозначаемый как зубчатый тетанус. При неполном тетанусе величина напряжения меньше, чем при полном тетанусе, и колеблется на протяжении всего сокращения.

Режим тетанического сокращения мышечных волокон в отличие от режима одиночных сокращений вызывает их утомление и не может поддерживаться длительное время. Это объясняется тем, что из-за укорочения фазы расслабления мышечные волокна не успевают восстановить энергетический потенциал, израсходованный в фазе напряжения. В результате сокращение мышечных волокон при тетаническом режиме с энергетической точки зрения происходит в «долг». Особенно утомителен режим полного тетануса, который может поддерживаться мышечными волокнами считанные секунды или даже доли секунды.

Частота импульсации мотонейронов, при которой возникает режим тетанического сокращения, выше для быстрых мышечных волокон с их относительно коротким периодом одиночного сокращения и ниже для медленных мышечных волокон с их более длительным периодом одиночного сокращения.

Тренировка мышечной системы дзюдоистов в тетаническом режиме создает благоприятные возможности для развития максимального импульса сокращения двигательных единиц и приводит к благоприятным условиям значительного улучшения скорости проведения импульса и на этой основе происходит наращивание скоростно-силового потенциала дзюдоистов.

Алгоритм повышения эндокринной регуляции функциональной работоспособности

Важную роль в развитии функциональной работоспособности дзюдоистов играют эндокринные железы внутренней секреции, которые выделяют продукты своей деятельности непосредственно в кровь. Физиологически активные вещества, выделяемые эндокринными железами, называют гормонами. Очень малая концентрация гормонов способна вызвать существенные изменения обмена веществ в организме.

Совокупность желез внутренней секреции, а также отдельных клеток, способных вырабатывать гормоны, составляет систему желез внутренней секреции. Основной функцией системы желез внутренней секреции является регуляция всех процессов, происходящих в организме. Функцию регуляции процессов жизнедеятельности система желез внутренней секреции выполняет совместно с нервной системой.

Без нервной или эндокринной регуляции нормальное протекание физиологических процессов в организме невозможно. Большинство желез внутренней секреции являются жизненно необходимыми органами, удаление которых вызывает смерть человека в течение нескольких часов.

Таким образом, в живом организме существует два основных вида регуляции функций: нервная и регуляция со стороны желез внутренней секреции, которая называется эндокринной регуляцией. Эндокринная регуляция происходит за счет выделения гормонов в кровь, которая разносит их ко всем клеткам и органам, изменяя их работу.

Изменение внутренней среды организма под действием тренировочных нагрузок, таких, как увеличение поступления кислорода

или концентрации углекислого газа, повышение молочной кислоты в мышечной ткани и т.д., влечет за собой повышение или уменьшение деятельности различных гормонов, которые приводят в действие адаптационные, восстановительные или компенсаторные механизмы, влияющие на развитие функциональной работоспособности спортсменов.

В предлагаемом алгоритме повышения эндокринной регуляции функциональной работоспособности дзюдоистов предложен вариант включения деятельности желез внутренней секреции в зависимости от направленности физической нагрузки, развивающей выносливость или силовые качества спортсменов (рис. 46).

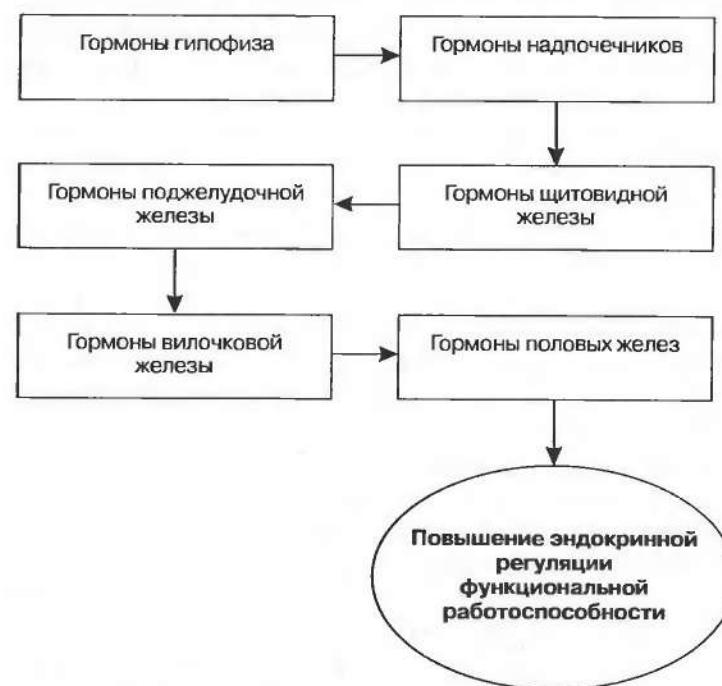


Рис. 46. Алгоритм повышения эндокринной регуляции функциональной работоспособности

Первый блок алгоритма характеризует гормоны, вырабатываемые гипофизом, т.к. он является главной железой внутренней секреции, от деятельности которой зависит работа других желез.

Гипофиз расположен в черепной коробке под головным мозгом и тесно связан с нервной системой, которая оказывает на него

влияния, усиливая или тормозя выработку гормонов. Несмотря на малые размеры и массу, гипофиз представляет собой две железы, объединенные в одном органе (передняя доля – одна железа, а задняя и промежуточная доли – вторая железа).

Основные гормоны гипофиза, влияющие на изменение внутренней среды организма при физической деятельности:

- соматотропный – увеличивает синтез белков, помогает клеткам усваивать питательные вещества, усиливает распад жиров в жировой ткани и их использование как источник энергии для мышечного сокращения;
- адренотропный – усиливает выделение гормонов коры надпочечников, которая необходима для мышечной работы;
- вазопрессин – усиливает выделение гормонов щитовидной железы, которые участвуют в повышении поглощения кислорода клетками из крови;
- гонадотропные – стимулируют функции половых желез, выделяющих анаболические гормоны, необходимые для увеличения силовых качеств мышц.

Второй блок алгоритма включает **гормоны надпочечников**, которые расположены над почками и представляют собой железы массой около 3–5 г. У человека два надпочечника (над каждой почкой). Наружная часть надпочечников называется корковым веществом, а внутренняя – мозговым веществом. По сути – это две разные железы, объединенные в одном органе.

Основные гормоны надпочечников, влияющие на изменение внутренней среды организма при физической деятельности:

- минералокортикоиды – регулируют обмен воды и минеральных веществ в организме, увеличивают выделение калия;
- тироксин и трийодтиронин – усиливают процессы окисления жиров, углеводов и белков в клетках, ускоряя обмен веществ в организме; повышают возбудимость центральной нервной системы;
- тирокальцитонин – регулирует обмен кальция в организме, снижая его содержание в крови и повышая в костной ткани; уменьшает возбудимость центральной нервной системы;
- адреналин – повышает возбудимость нервной системы, увеличивает частоту и силу сердечных сокращений, частоту и глубину дыхания, расширяет бронхи и кровеносные сосуды мышц, головного мозга, сердца, увеличивает скорость распада веществ, освобождая энергию для мышечного сокращения;
- норадреналин – сужает кровеносные сосуды неработающих органов, служит медиатором проведения нервного импульса через

синапс, повышает кровяное давление, стимулирует углеводный обмен.

Третий блок алгоритма включает **гормоны щитовидной железы**. Это одна из наиболее крупных желез внутренней секреции, расположенная около гортани и имеющая очень малые размеры – 4–8 мм. Ее масса у взрослого человека – от 30 до 60 г.

Основные гормоны щитовидной железы, влияющие на изменение внутренней среды организма при физической деятельности:

- парагормон – регулирует обмен кальция и фосфора. Вызывает выход кальция из костной ткани, уменьшает выделение кальция почками и увеличивает выделение фосфора, повышая содержание кальция в крови, что приводит к возбудимости центральной нервной системы и мышечных клеток;
- тиреоидные – повышают поглощение кислорода в митохондриях и эффективность использования натриево-калиевого насоса, увеличивают утилизацию АТФ.

Четвертый блок алгоритма включает **гормоны поджелудочной железы**, которая представлена отдельными скоплениями клеток, называемыми островки Лангерганса, расположенными в ее теле, составляющими всего 1 % от всех клеток. Остальная часть поджелудочной железы вырабатывает пищеварительный сок и является железой внешней секреции.

Основные гормоны поджелудочной железы, влияющие на изменение внутренней среды организма при физической деятельности:

- инсулин – облегчает проникновение сахара из крови в клетки мышц и жировой ткани, аминокислот из крови в клетки, способствует синтезу белка и жиров, а также увеличивает запасы глюкозы в печени;
- глюкагон – оказывает действие, во многом противоположное инсулину. Усиливает распад цепочек глюкозы в клетках и ее выход из мест хранения в кровь. Стимулирует распад жира в жировой ткани, обеспечивая распад и выход в кровь углеводов и жиров, дающих энергию для мышечного сокращения.

Пятый блок алгоритма включает **гормоны вилочковой железы**, которая расположена за грудиной. Ее форма напоминает вилку, от чего она и получила свое название. Масса вилочковой железы взрослого человека достигает 25–30 г, а затем железа подвергается регрессу. Внутрисекреторная деятельность вилочковой железы изучена мало, в основном она является органом иммунитета, в котором происходит созревание иммунных клеток, но и определенное влияние оказывает при физических нагрузках.

Основной гормон вилочковой железы, влияющий на изменение внутренней среды организма при физической деятельности – ти-

розин – влияет на обмен углеводов и кальция; регулирует рост скелета, участвует в управлении иммунными реакциями при тяжелых и продолжительных нагрузках.

Шестой блок алгоритма включает **гормоны половых желез**: у мужчин – два яичка, у женщин – два яичника, а также образующиеся в них фолликулы и желтое тело. Расположены рядом с половыми органами: у мужчин – в мошонке, у женщин – внутри полости малого таза. Половые железы функционируют и как железы внешней секреции, вырабатывая половые клетки, и как железы внутренней секреции, выделяя в кровь половые гормоны.

Половые железы выделяют женские и мужские половые гормоны, но в разных количествах. Женские выделяют больше женских, а мужские – мужских.

Для увеличения силовых способностей ведущее значение имеют гормоны мужских половых желез, которые называются андрогены. Гормоны женских половых желез имеют общее название эстрогены и выполняют специфичные функции, связанные с деятельностью женского организма.

Основной гормон мужских половых желез, влияющий на изменение внутренней среды организма при физической деятельности – тестостерон – оказывает стимулирующее влияние на синтез белков, способствует высвобождению циркулирующего АМФ, что вызывает биохимический каскад реакций в мышцах, результатом которого является усиление анаболических процессов.

Таким образом, изменения активности желез внутренней секреции во время мышечной деятельности зависят от характера выполняемой работы, ее длительности и интенсивности. В любом случае эти изменения направлены на обеспечение максимальной функциональной работоспособности организма. Даже если организм еще не начал выполнять мышечную работу, но готовится к ее осуществлению (состояние спортсмена перед стартом), в организме наблюдаются изменения в деятельности желез внутренней секреции, характерные для начала работы.

5.3. Факторный анализ биологической модели функциональной подготовленности дзюдоистов

Для успешного построения и контроля реализации учебно-тренировочного процесса дзюдоистов, направленного на развитие функциональной работоспособности, необходимо знать совокупность факторов, определяющих эффективность деятельности спортсменов.

Для выделения наиболее эффективной направленности и информативности показателей латентной структуры специальной подготовленности в наших исследованиях был применен факторный анализ (метод главных компонент). Суть метода главных компонент состоит в том, что идет поиск таких линейных комбинаций исходных переменных, чтобы полученные новые переменные были коррелированы и упорядочены по возрастанию дисперсии. Общая дисперсия остается без изменений. Тогда некоторое количество первых новых переменных будет объяснять большую часть общей дисперсии и получится важное описание структуры зависимости исходных переменных. Метод главных компонент состоит в определении коэффициентов корреляций каждого из исходных признаков с новыми переменными. При этом самый большой коэффициент показывает, какая переменная внесла наибольший вклад в ту или иную главную компоненту.

Важнейшими свойствами главных компонент является их независимость и возможность ранжирования по степени вклада в суммарную дисперсию исходных факторных признаков. Самой высокой дисперсией обладает первая компонента, которая раскрывает наиболее важные зависимости между признаками.

Вторая компонента учитывает максимум оставшейся дисперсии и так до тех пор, пока вся дисперсия не будет учтена.

Исходной базой получения факторной матрицы служат матрицы интеркорреляций, которые состоят из парных коэффициентов корреляций. В данной матрице коэффициенты корреляции во многих случаях позволяют оценить не причинно-следственную связь, а связь сопутствия, вызванную наличием общих причин формирования вариации.

При факторном анализе использовались следующие переменные:

- X_1 – форсированная жизненная емкость легких;
- X_2 – сила инспираторных мышц;
- X_3 – сила экспираторных мышц;
- X_4 – бронхиальная проходимость легких;
- X_5 – показатели мощности дыхательной мускулатуры;
- X_6 – показатели максимальной вентиляции легких;
- X_7 – сатурация кислорода в крови;
- X_8 – частота сердечных сокращений (ЧСС) при выполнении упражнений;

Результаты факторного анализа функциональной подготовленности дзюдоистов до эксперимента
(отмечены значения на уровне $p < 0,05$), $n = 10$

Переменные	Факторы			
	1	2	3	4
1	-0,469	-0,120	-0,461	-0,624
2	0,540	-0,055	-0,334	-0,006
3	-0,240	-0,686	0,064	-0,005
4	0,538	-0,603	-0,238	-0,473
5	-0,392	0,440	-0,497	0,330
6	0,640	0,003	0,134	0,206
7	-0,205	-0,567	0,685	0,057
8	-0,767	-0,550	0,015	-0,153
9	0,368	-0,328	-0,334	0,640
10	0,901	-0,179	0,322	-0,079
11	0,839	-0,131	0,372	-0,156
12	0,902	0,005	0,305	-0,020
13	-0,630	0,469	-0,198	-0,057
14	0,024	-0,312	-0,551	-0,486
15	0,145	0,232	0,224	-0,751
16	-0,067	-0,229	-0,748	0,074
17	-0,623	0,252	0,348	0,169
18	-0,063	0,704	0,338	-0,548
19	-0,788	0,025	0,345	0,137
20	-0,113	-0,774	0,293	0,126
21	-0,402	-0,164	0,276	-0,364
22	-0,769	-0,608	-0,129	-0,098
23	-0,723	-0,009	0,574	0,135
Общ. дис.	7,245	3,804	3,380	2,564
Доля общ.	0,315	0,165	0,147	0,112

Эту компоненту можно интерпретировать как фактор функциональной подготовленности дзюдоистов на основе сердечно-сосудистой и кровеносной систем.

Вторая компонента объясняет 17% общей дисперсии. Особенно высокие коэффициенты связи наблюдаются между второй компонентой и тестами:

X_{18} – количество холестерина в крови	0,704;
X_{20} – показатели динамометрии кистей	0,774;

- X_9 – индекс артериального давления;
 X_{10} – количество гематокрита в крови;
 X_{11} – количество гемоглобина в крови;
 X_{12} – количество эритроцитов в крови;
 X_{13} – количество тромбоцитов в крови;
 X_{14} – количество лейкоцитов в крови;
 X_{15} – скорость оседания эритроцитов в крови;
 X_{16} – температура тела после тренировки;
 X_{17} – количество глюкозы в крови до тренировки;
 X_{18} – количество холестерина в крови до тренировки;
 X_{19} – показатели миометрии;
 X_{20} – показатели динамометрии кистей;
 X_{21} – показатели становой динамометрии;
 X_{22} – объем выполненной работы, направленной на развитие выносливости;
 X_{23} – объем выполненной работы, направленной на развитие скоростно-силовых качеств.

Исходные показатели подготовленности

В результате факторизации матрицы интеркорреляции двадцати трех исходных показателей получена факторная модель, представленная в табл. 2.

Представленная факторная модель может быть интерпретирована следующим образом: наиболее весомыми оказались четыре компоненты, которые объясняют 74% общей дисперсии исходных признаков. При этом, первая компонента объясняет 32% суммарной дисперсии и имеет наибольшие (по абсолютной величине) нагрузки в следующих тестах:

X_8 – СС при выполнении упражнений	-0,767;
X_{10} – количество гематокрита в крови	0,901;
X_{11} – количество гемоглобина в крови	0,839;
X_{12} – количество эритроцитов в крови	0,902;
X_{19} – показатели миометрии	0,788;
X_{22} – объем выполненной работы, направленной на развитие выносливости	-0,769;
X_{23} – объем выполненной работы, направленной на развитие скоростно-силовых качеств	-0,723.

Она была интерпретирована как фактор липидного энергообеспечения и силового потенциала мышц рук.

Третья и четвертая компоненты объясняют соответственно 14% и 11% суммарной дисперсии. Высокая нагрузка имеется в тестах, характеризующих температуру тела дзюдоистов после тренировки X_{16} (0,748) и скорость оседания эритроцитов в крови X_{15} (-0,751). Эти компоненты были объединены и интерпретированы как фактор температурного воздействия и реакции кровеносной системы на функциональную подготовленность.

Анализ исходных результатов факторного анализа дзюдоистов показал, что в структуре функциональной работоспособности преобладает фактор сердечно-сосудистой и кровеносной систем. В связи с этим можно предположить, что в результате воздействия физических нагрузок различной направленности на организм спортсменов можно совершенствовать их функциональную работоспособность и определить влияние аэробного и анаэробного потенциала тренировочных воздействий.

Для выяснения этой гипотезы были проведены факторные анализы после аэробного, аэробно-анаэробного, анаэробно-гликолитического и анаэробно-алактатного периодов тренировки тех же показателей.

Показатели подготовленности после аэробного периода тренировки

В результате проведения факторного анализа результатов дзюдоистов после применения аэробного периода тренировки получили модель функциональной подготовленности, представленную в табл. 3.

В данном случае наиболее весомыми оказались три компонента, которые объясняют 61 % общей дисперсии исходных признаков.

В первом факторе наряду с тестами, характеризующими общие показатели крови, выделилась переменная, определяющая силу экспираторных мышц, вклад в обобщенную дисперсию выборки составил 26%. Данная компонента была интерпретирована как фактор формирования функциональной работоспособности дзюдоистов на основе совершенствования общей системы крови и мышц вдоха.

Вторая компонента, вклад которой составил 19% общей дисперсии, показала высокие связи в переменных, характеризующих сатурацию кислорода, частоту сердечных сокращений во время

Таблица 3

Результаты факторного анализа функциональной подготовленности дзюдоистов после аэробного периода тренировки (отмечены значения на уровне $p < 0,05$), $n = 10$

Переменные	Факторы		
	1	2	3
1	0,596	0,363	0,079
2	0,239	0,124	0,764
3	0,723	-0,458	-0,062
4	-0,492	0,527	0,392
5	0,540	-0,215	-0,535
6	-0,593	-0,130	0,128
7	-0,123	0,771	0,400
8	0,375	0,854	-0,235
9	-0,477	0,218	-0,744
10	-0,911	-0,126	0,195
11	-0,817	-0,138	0,349
12	-0,700	-0,071	-0,106
13	0,742	-0,193	-0,149
14	0,102	0,479	-0,030
15	-0,008	-0,345	0,631
16	0,238	0,362	-0,083
17	0,554	-0,064	0,172
18	0,507	-0,633	0,469
19	0,597	0,098	0,229
20	-0,178	0,773	0,234
21	0,386	0,250	0,629
22	0,373	0,851	-0,235
23	-0,175	-0,075	-0,570
Общ. дис.	6,078	4,429	3,551
Доля общ.	0,264	0,193	0,154

выполнения упражнений, динамометрию кистей и объем выполненной работы, направленной на развитие выносливости. Эту компоненту можно назвать «совершенствование функциональной подготовки дзюдоистов на основе сатурации кислорода через нагрузки аэробной направленности».

Третья компонента, вклад которой составляет 15% общей дисперсии, характеризует силу инспираторных мышц и индекс артериального давления. Эта компонента была интерпретирована как

фактор совершенствующих мышцы выдоха и систему артериального давления.

Таким образом, результаты факторного анализа, проведенные после применения нагрузки аэробной направленности, свидетельствуют о том, что функциональная работоспособность дзюдоистов на этом этапе совершенствуется за счет улучшения общих показателей крови и сатурации кислорода, увеличения силы мышц вдоха и выдоха, а также совершенствования системы артериального давления.

Показатели подготовленности после аэробно-анаэробного периода тренировки

В результате проведения факторного анализа результатов дзюдоистов после применения аэробно-анаэробного периода тренировки получили модель функциональной подготовленности, представленную в табл. 4.

В данном случае наиболее весомыми оказались три компонента, которые объясняют 59% общей дисперсии исходных признаков.

В первом факторе выделились тесты, характеризующие силу экспираторных мышц, мощность дыхательной мускулатуры, ЧСС при выполнении упражнений, индекс артериального давления и объем выполненной работы, направленной на развитие выносливости. Вклад в обобщенную дисперсию выборки составил 28%. Данная компонента была интерпретирована как фактор формирования функциональной работоспособности дзюдоистов на основе совершенствования мощности дыхания за счет увеличения силы вдоха и сердечно-сосудистой системы с высоким уровнем работы, направленной на развитие выносливости.

Таблица 4

Результаты факторного анализа функциональной подготовленности дзюдоистов после аэробно-анаэробного периода тренировки (отмечены значения на уровне $p < 0,05$), $n = 10$

Переменные	Факторы		
	1	2	3
1	0,467	0,168	0,489
2	-0,146	0,487	-0,172
3	0,717	-0,528	-0,246
4	-0,548	0,376	0,200
5	0,709	0,219	0,012
6	-0,608	-0,112	0,247

Переменные	Факторы		
	1	2	3
7	-0,510	-0,245	0,770
8	-0,874	-0,179	-0,007
9	-0,770	0,042	-0,480
10	-0,496	0,421	-0,324
11	-0,620	-0,100	-0,486
12	-0,007	-0,309	0,734
13	0,647	-0,389	0,485
14	0,179	0,603	0,117
15	-0,052	-0,619	-0,175
16	0,359	0,808	0,184
17	0,538	-0,262	0,069
18	0,622	-0,490	-0,298
19	0,351	0,105	0,134
20	-0,376	0,064	0,303
21	0,174	-0,526	0,472
22	-0,759	-0,316	0,409
23	0,463	0,765	0,194
Общ. дис.	6,517	3,959	3,080
Доля общ.	0,283	0,172	0,134

Вторая компонента, вклад которой составил 17% общей дисперсии, показала высокие связи в переменных, характеризующих температуру тела после тренировки и объем выполненной работы, направленной на развитие скоростно-силовых качеств. Эту компоненту можно назвать «включение развития скоростно-силового потенциала функциональной работоспособности и совершенствование терморегуляции организма спортсменов».

Третья компонента, вклад которой составляет 13% общей дисперсии, характеризует увеличение сатурации кислорода через совершенствование кислородтранспортной функции крови.

Эта компонента была интерпретирована как фактор, совершенствующий кислородтранспортную функцию крови.

Таким образом, результаты факторного анализа, проведенные после применения нагрузки аэробно-анаэробной направленности, свидетельствуют о том, что функциональная работоспособность

дзюдоистов на этом этапе совершенствуется за счет улучшения системы внешнего дыхания и кислородтранспортной системы крови на основе работы, направленной на развитие выносливости и скоростно-силовых качеств.

Показатели подготовленности после анаэробно-гликолитического периода тренировки

В результате проведения факторного анализа результатов дзюдоистов после применения анаэробно-гликолитического периода тренировки получили модель функциональной подготовленности, представленную в табл. 5.

В данном случае наиболее весомыми оказались четыре компонента, которые объясняют 69% общей дисперсии исходных признаков.

В первом факторе выделились тесты, характеризующие силу экспираторных мышц и бронхиальной проходимости легких, а также количество в крови гематокрита и тромбоцитов. Вклад в обобщенную дисперсию выборки составил 26%. Гематокрит характеризует вязкость крови и увеличение ацидоза, что совершенствует анаэробные механизмы энергообеспечения дзюдоистов. Тромбоциты обладают способностями к переносу биологически активных веществ, а также циркулирующих иммунных комплексов, способствующих улучшению буферных систем организма. Сила мышц вдоха и бронхиальная проходимость легких указывает на совершенствование органов внешнего дыхания. Данная компонента была интерпретирована как фактор совершенствования функциональной работоспособности дзюдоистов на основе увеличения усвоения кислорода и улучшения буферных систем крови.

Таблица 5

Результаты факторного анализа функциональной подготовленности дзюдоистов после анаэробно-гликолитического периода тренировки (отмечены значения на уровне $p < 0,05$), $n = 10$

Переменные	Факторы			
	1	2	3	4
1	-0,523	-0,339	-0,032	0,493
2	0,560	0,537	0,416	0,375
3	-0,758	0,339	-0,455	0,062
4	0,701	-0,055	0,079	0,475
5	-0,548	0,263	0,361	0,353

Окончание табл. 5

Переменные	Факторы			
	1	2	3	4
6	0,543	0,166	-0,138	0,035
7	-0,392	-0,045	-0,672	0,524
8	0,015	-0,906	-0,118	-0,062
9	0,359	-0,595	0,052	0,151
10	0,849	0,099	-0,422	-0,089
11	0,697	0,119	-0,462	-0,305
12	-0,449	0,359	0,456	-0,311
13	-0,860	-0,073	-0,275	0,098
14	0,024	-0,242	0,052	0,707
15	0,215	0,621	0,709	0,077
16	-0,282	-0,241	0,386	0,624
17	-0,450	0,382	0,024	-0,304
18	-0,447	0,693	-0,317	-0,035
19	-0,442	-0,389	0,610	-0,375
20	0,430	-0,210	0,176	-0,045
21	-0,267	0,338	-0,231	0,017
22	-0,556	-0,559	0,087	-0,331
23	-0,022	-0,823	0,075	-0,222
Общ. дис.	5,920	4,389	2,908	2,549
Доля общ.	0,257	0,191	0,126	0,111

Вторая компонента, вклад которой составил 19% общей дисперсии, показала высокие связи в переменных, характеризующих ЧСС при выполнении упражнений и объемом выполненной работы, направленной на развитие скоростно-силовых качеств. Эту компоненту можно назвать «развитие скоростно-силового потенциала функциональной работоспособности организма спортсменов».

Третья и четвертая компоненты, вклад которых составил соответственно 13% и 11% общей дисперсии, характеризует увеличение лейкоцитов и скорость оседания эритроцитов в крови. Эти компоненты были объединены и интерпретированы как фактор совершенствования буферной системы крови.

Таким образом, результаты факторного анализа, проведенные после применения нагрузки анаэробно-гликолитической направленности, свидетельствуют о том, что функциональная работоспо-

способность дзюдоистов на этом этапе совершенствуется за счет улучшения бронхиальной проходимости внешнего дыхания и развития буферной системы крови на основе развития скоростно-силовых качеств.

Показатели подготовленности после анаэробно-алактатного периода тренировки

В результате проведения факторного анализа результатов дзюдоистов после применения анаэробно-алактатного периода тренировки получили модель функциональной подготовленности, представленную в табл. 6.

В данном случае наиболее весомыми оказались четыре компоненты, которые объясняют 70 % общей дисперсии исходных признаков.

В первом факторе выделились тесты, характеризующие силу экспираторных мышц и бронхиальной проходимости легких, а также количество в крови гематокрита и тромбоцитов. Вклад в обобщенную дисперсию выборки составил 24%. Эта компонента оказалась идентичной предыдущей в периоде гликолитической направленности, поэтому она была интерпретирована как фактор дальнейшего совершенствования функциональной работоспособности дзюдоистов на основе увеличения усвоения кислорода и улучшения буферных систем крови.

Таблица 6

Результаты факторного анализа функциональной подготовленности дзюдоистов после анаэробно-алактатного периода тренировки (отмечены значения на уровне $p < 0,05$), $n = 10$

Переменные	Факторы			
	1	2	3	4
1	0,513	-0,130	0,559	0,337
2	-0,386	-0,349	0,355	-0,353
3	0,844	-0,268	-0,187	-0,162
4	-0,776	-0,366	0,440	0,129
5	0,494	0,059	0,522	-0,276
6	-0,513	-0,118	0,046	-0,189
7	0,227	0,146	-0,405	0,765
8	-0,289	0,777	-0,194	0,008
9	-0,566	0,492	0,309	0,210
10	-0,763	-0,447	-0,215	-0,185

Переменные	Факторы			
	1	2	3	4
11	-0,574	-0,267	-0,432	-0,305
12	0,146	-0,302	-0,151	0,838
13	0,830	0,268	0,025	0,116
14	-0,009	-0,365	0,731	0,046
15	0,237	-0,767	-0,311	0,251
16	0,275	0,653	0,463	0,0002
17	0,522	0,221	-0,351	-0,464
18	0,613	-0,471	-0,126	-0,556
19	0,057	0,708	0,276	0,152
20	-0,423	0,004	-0,411	0,375
21	0,362	-0,278	-0,409	0,027
22	-0,362	0,601	-0,277	-0,147
23	0,040	0,834	-0,384	-0,250
Общ. дис.	5,542	4,715	3,116	2,702
Доля общ.	0,241	0,205	0,136	0,118

Вторая компонента, вклад которой составил 21% общей дисперсии, показала высокие связи в переменных, характеризующих ЧСС при выполнении упражнений, и объем выполненной работы, направленной на развитие скоростно-силовых качеств, а также в скорости оседания эритроцитов в крови и в показателях миометрии. Эту компоненту можно назвать «совершенствование скоростно-силового потенциала функциональной работоспособности спортсменов на основе регулирования буферных систем крови и развития мышечной иннервации».

Третья и четвертая компоненты, вклад которых составил соответственно 14% и 12 % общей дисперсии, характеризуют увеличение эритроцитов и сатурации кислорода в крови. Эти компоненты были объединены и интерпретированы как фактор совершенствования буферной и диффузной систем крови.

Таким образом, результаты факторного анализа, проведенные после применения нагрузки анаэробно-алактатной направленности, свидетельствуют о том, что функциональная работоспособность дзюдоистов на этом этапе совершенствуется за счет улучшения бронхиальной проходимости внешнего дыхания и совершенство-

вания буферной и диффузной системы крови на основе скоростно-силовой иннервации мышц спортсменов.

В результате можно констатировать, что факторный анализ подтвердил правильность применения последовательности нагрузок различной направленности и обоснованность разработанных алгоритмов функциональной работоспособности дзюдоистов.

5.4. Кластеризация функциональной работоспособности дзюдоистов

Для определения структурного воздействия экспериментальных биологических аспектов, направленных на развитие функциональной работоспособности дзюдоистов, был проведен кластерный анализ всех изучаемых критериев в зависимости от направленности тренировочной нагрузки.

Анализ проводился по переменным: аэробная, аэробно-анаэробная, анаэробно-гликолитическая и анаэробно-алактатная нагрузки.

Оценка структуры производилась по изменениям показателей характеризующих биологическую составляющую выносливости спортсменов:

- 1 – среднее артериальное давление;
- 2 – температура тела;
- 3 – весо-ростовой индекс;
- 4 – содержание глюкозы в крови;
- 5 – содержание холестерина в крови;
- 6 – средняя сатурация кислорода в артериальной крови;
- 7 – частота сердечных сокращений;
- 8 – форсированная жизненная емкость легких;
- 9 – сила мышц вдоха;
- 10 – сила мышц выдоха;
- 11 – сила дыхательной мускулатуры;
- 12 – бронхиальная проходимость легких;
- 13 – максимальная вентиляция легких;
- 14 – содержание гематокрита в крови;
- 15 – содержание гемоглобина в крови;
- 16 – содержание тромбоцитов в крови;
- 17 – содержание лейкоцитов в крови;
- 18 – содержание лимфоцитов в крови;
- 19 – содержание эритроцитов в крови;
- 20 – скорость оседания эритроцитов.

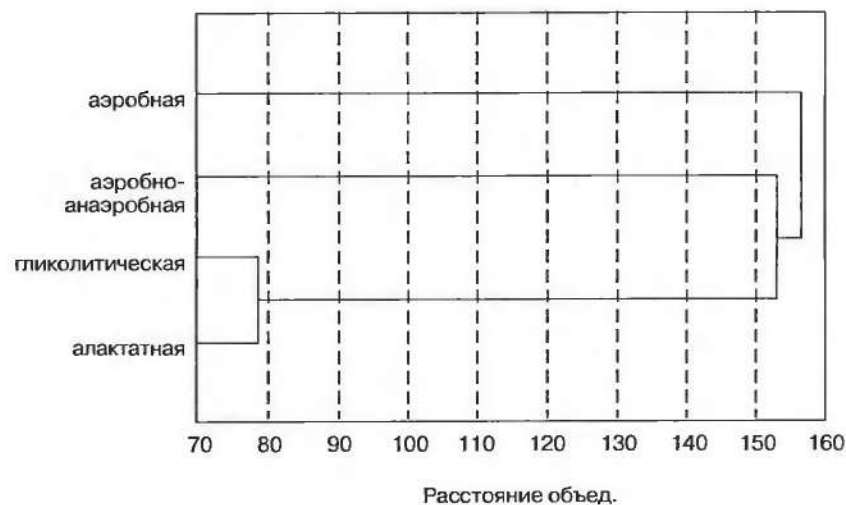


Рис. 47. Кластерная структура функциональной работоспособности дзюдоистов (до эксперимента)

Для определения начальной структуры функциональной работоспособности дзюдоистов был проведен кластерный анализ первичных показателей, который выявил соотношение различной направленности нагрузки на формирование выносливости (рис. 47).

Как видно из рис. 47, структура функциональной работоспособности дзюдоистов состоит из трех кластеров: первый составляет аэробную направленность, второй – аэробно-анаэробную и третий – анаэробный, который состоит из гликолитической и алактатной нагрузок. Третий кластер находится обособленно и определяет специфичность воздействия на организм спортсменов, в последующем объединяется со вторым кластером смешанной аэробно-анаэробной работы, что показывает преимущество применяемой нагрузки при развитии различных компонентов выносливости. Первый кластер аэробной направленности объединяет все таксономии в структуру функциональной работоспособности дзюдоистов и является основой выносливости спортсменов. Такая структура не только показывает общее состояние функциональной работоспособности, но и определяет последовательность применения различных средств воздействия при ее развитии, что и было применено в эксперименте.

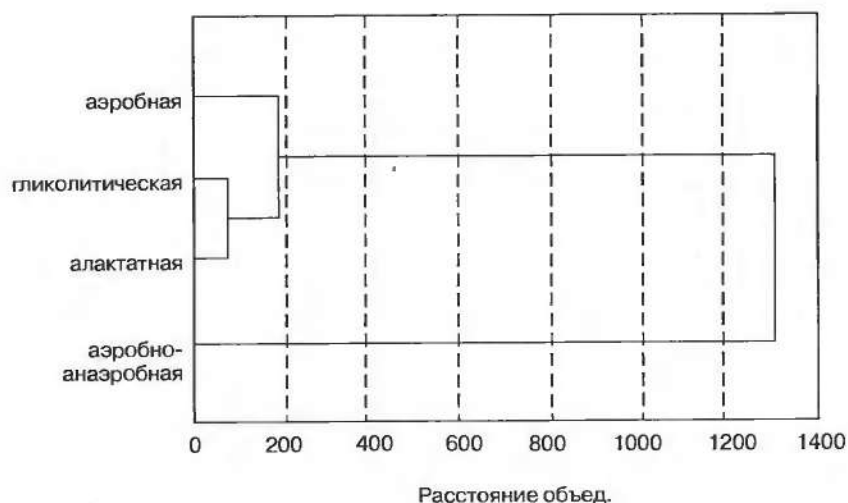


Рис. 48. Кластерная структура функциональной работоспособности дзюдоистов (после эксперимента)

После проведения эксперимента для определения эффективности применяемых биологических аспектов развития функциональной работоспособности дзюдоистов, направленных на увеличение кислородоемкости организма спортсменов, был проведен второй кластерный анализ тех же исследуемых показателей (рис. 48).

Анализ показал, что в результате проведенного эксперимента остались те же три основных кластера, но структура претерпела значительное изменение. Теперь анаэробный кластер гликолитической и алактатной направленности стал вторым и был объединен с первым кластером аэробной нагрузки. На следующем этапе третий кластер смешанной аэробно-анаэробной направленности объединил все таксономии в структуру функциональной работоспособности дзюдоистов, характеризуя сдвиг выносливости в сторону специальной направленности и определяя новый уровень работы биологических систем организма дзюдоистов.

Таким образом, кластерный анализ показал не только структурную закономерность функциональной работоспособности дзюдоистов, но и последовательность ее развития от общей к специальной направленности.

Взаимосвязь нагрузок различной направленности при развитии функциональной работоспособности дзюдоистов

Для выявления взаимосвязи между тестами, характеризующими функциональную работоспособность дзюдоистов, была проведена корреляция результатов всех показателей, представленных нагрузками различной направленности (табл. 7).

Таблица 7

Корреляции нагрузок различной направленности при развитии функциональной работоспособности дзюдоистов (выделенные шрифтом корреляции значимы на уровне $p < 0,05$), $n = 920$

Направленность нагрузки	Корреляции			
	Аэробная	Аэробно-анаэробная	Гликолитическая	Алактатная
Аэробная	1,00	0,83	0,98	0,98
Аэробно-анаэробная	0,83	1,00	0,84	0,84
Гликолитическая	0,98	0,84	1,00	1,00
Алактатная	0,98	0,84	1,00	1,00

Из табл. 7 видно, что в результате применения биологической модели развития функциональной работоспособности дзюдоистов образовалась сильная положительная корреляционная связь (на уровне $r = 0,83 - 0,98$) между всеми компонентами выносливости. Особенно важно, что в анаэробном компоненте выносливости между гликолитической и алактатной направленностью установилась положительная функциональная связь, что дает основание сделать предположение о выходе адаптационных механизмов спортсменов на новый качественный уровень, позволяющий совершенствовать специальную выносливость до максимальных физиологических границ.

5.5. Заключение

В результате проведенного исследования можно заключить, что при тренировке функциональной работоспособности дзюдоистов целесообразно рассматривать две составляющие этого процесса: развитие выносливости и скоростно-силовых качеств. Развитие

выносливости должно заключаться в совершенствовании энергетических возможностей организма в аэробном и анаэробном режимах. Скоростно-силовой потенциал спортсменов закладывается при развитии различных мышечных сокращений и активности эндокринной регуляции анаболических процессов. Взаимное развитие этих систем приводит к совершенствованию внешнего дыхания, кровеносной и сердечно-сосудистой систем, а также повышает буферные возможности организма спортсменов, что в конечном итоге приводит к увеличению функциональной работоспособности дзюдоистов.

ГЛАВА 6

Проблемы развития функциональной работоспособности в дзюдо

Функциональная работоспособность борцов, обеспечивающая адаптацию организма к физическим нагрузкам, относится к важным элементам подготовки дзюдоистов для достижения высоких спортивных результатов. Вопросам работоспособности отводится большое место в исследованиях педагогической, психологической и биологической направленности. При изучении биологических проблем рассматриваются энергетические, восстановительные, функциональные и другие механизмы, позволяющие достичь оптимальных возможностей специальной выносливости спортсменов при выполнении соревновательной деятельности. Нельзя не учитывать и медицинский аспект, который проявляется при игнорировании половых и возрастных различий, адаптационных возможностей, принципа последовательности развития функциональных систем, позволяющих исключить патологическое влияние тренировочного процесса. Большое количество факторов, влияющих на функциональную работоспособность, говорит о сложности и многогранности этого процесса в подготовке единоборцев. Поэтому была предпринята попытка разработать биологическую модель функциональной работоспособности дзюдоистов, в которой можно было бы наглядно видеть процесс и последовательность развития физиологических систем, обеспечивающих развитие выносливости и скоростно-силового потенциала спортсменов.

Практически во всех научно-методических источниках процесс развития выносливости, силовых и скоростно-силовых качеств рассматривается отдельно, без указания конечной цели такого слож-

ного и многогранного процесса. Модель позволяет увидеть конечную цель тренировочного процесса, направленного на развитие физических качеств, и рассматривать функциональную работоспособность как интегральный показатель такой подготовки.

Тренировка с учетом зон физиологической мощности, принимает логическую направленность и, что самое главное, преемственность развития биологических систем организма, постепенно обеспечивающих выполнение работы в повышенном диапазоне ЧСС, при этом не подвергая организм спортсменов перегрузкам и развитию патологических явлений.

Соревновательные условия демонстрации технико-тактического мастерства дзюдоистов представляют сложные условия энергетического и кислородного обеспечения, нервно-мышечной иннервации и работы других физиологических систем организма спортсменов. Поэтому в ходе тренировочного процесса необходимо выработать цикл условных рефлексов, позволяющих включать необходимые механизмы регуляции и адаптации организма для обеспечения повышенной работы в этих непростых условиях деятельности.

Совершенствование скоростно-силовых качеств происходит в тех же энергетических зонах, что и выносливости, но задействован совершенно другой нервно-мышечный потенциал, позволяющий выполнять технико-тактические действия в сложных координационных условиях. Это обуславливает наличие блока скоростно-силового потенциала в функциональной работоспособности дзюдоистов.

Развитие условных рефлексов, позволяющих объединить процессы формирования межмышечной, внутримышечной координации и скорости проведения импульса на основе высокого уровня энергетического обеспечения и адаптации организма к гипоксии, гиперкапнии и ацидозу, является основной задачей совершенствования функциональной работоспособности в дзюдо.

При разработке алгоритмов модели функциональной работоспособности были использованы научные данные, представленные в доступной литературе и являющиеся общепризнанными, а также собственные исследования, которые подтвердили или расширили имеющиеся суждения по данному вопросу.

Так, общие показатели внешнего дыхания соответствуют результатам работ, проведенных на спортсменах, специализирующихся в различных видах борьбы, но анализ данных по различной направленности нагрузки расширил и дополнил эти характеристики.

Показатель форсированной жизненной емкости легких (4,63 л), полученный в ходе исследования, примерно соответствует данным

предыдущих исследований (4,5 л), но динамика изменения этого показателя в процессе применения нагрузки различной направленности в тренировке дзюдоистов представляет интерес.

Воздействие бронхиальной проходимости легких в тренировочном процессе борцов не изучалось, поэтому увеличение показателя после применения нагрузок аэробной и аэробно-анаэробной направленности является практически значимым. Резкое возрастание показателя после значительного падения при нагрузке анаэробно-гликолитической и первой половины микроцикла алактатной направленности можно объяснить кумулятивной адаптацией организма и большой потребностью кислорода при данной работе.

Сила экспираторных мышц (98,3%) после анаэробно-алактатной нагрузки и инспираторных (89%) после аэробно-анаэробной нагрузки превосходили показатели, полученные в других исследованиях: соответственно 91,5% и 83,1%, что характеризует положительную направленность примененных средств в исследовании.

Показатели мощности дыхательной мускулатуры (88,6%) и максимальной вентиляции легких (203 л/м) также превосходили данные литературных исследований – 82,4% и 185 л/м. Такие различия соответствуют физиологической норме, но показывают превосходство применяемых в эксперименте средств и методов подготовки.

Общие показатели крови находились в пределах физиологической нормы, но существенно изменялись в процессе применения нагрузок различной направленности. Так, аэробная работа привела к значительному увеличению эритроцитов; гемоглобин постепенно повышался практически на протяжении применения всех видов нагрузки; гематокрит уменьшался при аэробной и смешанной работе и повышался при анаэробной; тромбоциты, наоборот, при аэробной и смешанной работе повышались, а при анаэробной имели тенденцию к уменьшению. Лейкоциты увеличивались при анаэробно-алактатной работе, при другой направленности уменьшались, лимфоциты изменялись примерно одинаково, но имели резкое падение при тренировке анаэробно-гликолитической направленности, что характеризует серьезность применяемой нагрузки. Поведение показателя «скорость оседания эритроцитов» примерно одинаково: вначале тенденция к увеличению, а в конце мезоцикла – к уменьшению, что характеризует зависимость этого показателя от адаптационных возможностей организма спортсменов. Все изменения не противоречат данным, полученным в других исследованиях на спортсменах различных специализаций.

Насыщение артериальной крови кислородом в процессе тренировки борцов обнаружено не было, поэтому полученные данные

представляют практический интерес для понимания и планирования процесса развития функциональной работоспособности. В данном исследовании показаны изменения базовой, минимальной, средней среди минимальных значений сатурации кислорода и ЧСС при выполнении нагрузки различной направленности. Так, по результатам исследования видно, что с увеличением мощности предлагаемой нагрузки показатели сатурации по кислороду уменьшаются и выходят за границы нормального функционирования организма для нетренированных людей, функциональная работоспособность спортсменов в этих границах увеличивается, что свидетельствует о больших возможностях адаптационной системы организма.

Показатели холестерина и глюкозы в крови дзюдоистов характеризуют энергетический потенциал функциональной работоспособности. В ходе эксперимента не было зафиксировано особых изменений в этих показателях, они находились в рамках физиологической нормы и количественно изменялись согласно предлагаемой направленности нагрузки.

Средний показатель артериального давления в подготовке борцов также не исследовался, поэтому сравнительные характеристики привести сложно, но динамика полученных данных в ходе применения различной направленности нагрузки демонстрирует повышение значений от аэробной до анаэробно-алактатной направленности. Повышение артериального давления в зависимости от повышения объема и интенсивности нагрузки приводится в большом количестве исследований, направленных на изучение развития физических качеств, и наши исследования подтверждают эти данные.

Последние разработки мониторов сердечного ритма позволяют определять ЧСС в условиях различной двигательной деятельности, а программное обеспечение управлять этим процессом. Применение в эксперименте монитора ЧСС позволило разложить нагрузку различной направленности на физиологические зоны и управлять этим процессом, сокращая одну зону воздействия и расширяя другую. Данные эксперимента значительно обогащают понимание значения ЧСС для тренировочного процесса функциональной подготовки спортсменов.

Положительное влияние температуры тела на функциональную работоспособность спортсменов отмечается в ряде исследований, но в зависимости от направленности нагрузки никто не анализировал, поэтому результаты, представленные в нашей работе, имеют определенный интерес, но в целом соответствуют общему пониманию этого вопроса.

Взаимосвязь весо-ростового индекса с направленностью тренировочных нагрузок актуальна для всех видов спорта, связанных с весовыми категориями. Данные эксперимента подтверждают практические знания о том, что для уменьшения весо-ростового индекса необходимо применять аэробные упражнения, а для повышения – в основном анаэробной направленности, затрагивающие анаболические процессы организма спортсменов.

Показатели динамометрии в борьбе изучены достаточно хорошо, поэтому анализ был сделан по кистевым и станovým показателям, которые по абсолютным значениям примерно соответствовали данным, полученным другими исследователями, но продемонстрировали изменение по направленности предлагаемой нагрузки.

На основании предлагаемой модели функциональной работоспособности дзюдоистов можно сделать следующие выводы.

1. В соревновательном поединке дзюдоистов разделение двигательной деятельности на компоненты аэробной и анаэробной работы достаточно условны и носят смешанный характер. В процессе ведения борьбы в той или иной степени принимают участие все компоненты выносливости, но степень воздействия каждого компонента различна и требует для своего развития отдельных тренировочных средств и методов.

2. Аэробная направленность работы является наиболее мягкой для организма спортсменов, она имеет большую степень гибкости тренировочного воздействия, под ее влиянием улучшаются системы: внешнего дыхания, крови, сердечно-сосудистой. Аэробно-анаэробный компонент расширяет возможности организма и создает благоприятные условия для анаэробной работы. Анаэробно-гликолитический развивает буферные системы крови и позволяет выйти организму на более высокий уровень мощности выполнения работы. Анаэробно-алактатный обеспечивает потребление кислорода, его переработку и выделение продуктов распада в условиях работы высокой интенсивности. Такая последовательность обеспечивает приемлемость каждого компонента выносливости и предупреждает перенапряжение организма спортсменов, создавая условия для развития максимальной мощности.

3. Для развития скоростно-силовых качеств борцов наиболее приемлемый вид отягощения – гири, которые позволяют спортсмену выполнять упражнения общеразвивающего характера с примерно одинаковым временем сокращения мышечных двигательных единиц, характеризующих проведение технических действий.

4. При развитии скоростно-силовых качеств дзюдоистов в первую очередь необходимо набрать объем выполнения силовых уп-

ражнений, а затем повышать интенсивность выполнения задания. Такое планирование тренировочного процесса позволяет сначала развить аэробные возможности силовых качеств, а затем анаэробные компоненты функциональной подготовки, что приводит к значительному улучшению показателей внешнего дыхания и процентного усвоения кислорода организмом спортсменов.

5. Увеличение энергетического потенциала функциональной работоспособности (развитие выносливости и скоростно-силовых качеств) проходит четыре этапа повышения компонентов: аэробного, аэробно-анаэробного, анаэробно-гликолитического и анаэробно-алактатного производства АТФ и КФ.

6. Совершенствование функциональной работоспособности дзюдоистов должно состоять из двух взаимодействующих компонентов: развития выносливости и скоростно-силовых качеств. Развитие выносливости должно заключаться в совершенствовании энергетических возможностей организма в аэробном и анаэробном режимах. Скоростно-силовой потенциал спортсменов закладывается при развитии различных мышечных сокращений и активности эндокринной регуляции анаболических процессов. Взаимное развитие этих систем приводит к совершенствованию внешнего дыхания, кровеносной и сердечно-сосудистой систем, а также повышает буферные возможности организма спортсменов, что в конечном итоге приводит к увеличению функциональной работоспособности дзюдоистов.

Таким образом, данные проведенного исследования наглядно демонстрируют преемственность предлагаемой биологической модели функциональной работоспособности дзюдоистов при развитии физических качеств выносливости и скоростно-силового потенциала, а также наглядно представляют всю сложность данного процесса.

Практические рекомендации

Совершенствование функциональной подготовки является одной из основных задач в тренировке дзюдоистов, которая состоит из двух компонентов – развитие выносливости и скоростно-силовых качеств. С биологической точки зрения необходимо достичь таких сдвигов в организме спортсменов, которые позволили бы увеличить усвоение кровью кислорода при работе высокой интенсивности и необходимой длительности, на этой основе увеличить энергетический потенциал, межмышечную и внутримышечную координацию, улучшить скорость проведения нервно-мышечного импульса, и повысить уровень эндокринной регуляции.

Основная задача выносливости заключается в том, чтобы выработать условный рефлекс на взаимодействие различных компонентов, обеспечивающих энергетический потенциал выполняемой работы максимальной мощности и длительности, необходимой для проведения отдельной схватки и соревнования в целом.

Наиболее приемлемым средством контроля являются показатели ЧСС, которые переводятся с помощью разработанных таблиц в условные единицы и показывают объем и интенсивность выполненной работы. Исходя из правил соревнований, объем выполненной работы примерно должен составлять 1166 у.е. с интенсивностью 10 у.е. в течение одной-двух тренировок в день.

Начинать развитие выносливости необходимо с аэробного компонента, который позволяет плавно подвести организм к повышению объема и интенсивности выполняемой работы. Необходимый объем аэробной работы достигается с помощью кроссовой подготовки в течение 60–90 мин по пересеченной местности на пульсе 150–160 уд./мин.

Второй этап развития выносливости – аэробно-анаэробный компонент, который позволяет достичь более глубоких сдвигов в организме спортсменов, увеличивая поступление кислорода в легкие, улучшая бронхиальную проходимость, повышая кислородо-емкость крови. Необходимый объем аэробно-анаэробной работы достигается с помощью интервального бега с временными отрезками 5 мин и 5–3 мин отдыха между повторениями. Количество временных отрезков 10–12; ЧСС – 161–185 уд./мин.

Третьим этапом развития выносливости можно считать анаэробно-гликолитический компонент, который направлен на развитие буферных систем, поддерживающих гомеостаз организма спортсменов и позволяющий выполнять высокоинтенсивную работу. Необходимый объем анаэробно-гликолитической работы достигается с помощью упражнения «прыжок в глубину», с интервальным методом тренировки. Упражнение выполняется в следующем порядке: 30 с – работа, 30 с – отдых, четыре повторения в подходе. Между подходами отдых 3 мин. Количество подходов семь, ЧСС – 186–195 уд./мин.

Четвертым этапом развития выносливости является анаэробно-алактатный компонент, который направлен на увеличение потребление кислорода, его переработку и выделение продуктов распада в условиях работы высокой интенсивности. Необходимый объем анаэробно-алактатной работы достигается с помощью упражнений «прыжок через партнера, стоящего в наклоне», «пролезть между ног» и т.д. Упражнение выполняется в следующем порядке: 15 с – работа, 15 с – отдых, четыре повторения в подходе. Между подходами отдых 3 мин. Количество подходов семь, ЧСС – 196–200 уд./мин.

При развитии скоростно-силового потенциала функциональной работоспособности дзюдоистов целесообразно применять разработанный комплекс с гириями весом 16, 24 и 32 кг. Объем выполненной работы подсчитывается по формуле:

Объем = вес отягощения × кол-во повторений × кол-во подходов.

На первом этапе тренировки набирается объем выполняемой работы, упражнения повторяются по 20 раз в трех подходах, повторным методом. После достижения 20 повторений в упражнении через 3–5 занятий необходимо перейти к повышенному отягощению. Отдых между подходами – до полного восстановления. Такой режим тренировки совместим с аэробным развитием выносливости.

На втором этапе тренировки продолжается набор объема выполняемой работы, упражнения повторяются по 20 раз в трех подходах, интервальным методом, с фиксированным отдыхом 1–2 мин между подходами и 3 мин между упражнениями. После достижения 20 повторений в упражнении, через 5–7 занятий необходимо перейти к повышенному отягощению. Такой режим тренировки совместим с аэробно-анаэробным развитием выносливости.

На третьем этапе тренировки упражнения повторяются по 30 с в трех подходах, интервальным методом, с фиксированным отдыхом 30 с между подходами и 3 мин между упражнениями. Такой режим тренировки совместим с анаэробно-гликолитическим развитием выносливости.

На четвертом этапе тренировки упражнения повторяются по 20 с в трех подходах, интервальным методом, с фиксированным отдыхом 20 с между подходами и 3 мин между упражнениями. Такой режим тренировки совместим с анаэробно-алактатным развитием выносливости.

Для развития аэробного и смешанного компонентов выносливости, а также скоростно-силового потенциала целесообразно проводить отдельные тренировочные занятия, совершенствование анаэробно-гликолитического и алактатного компонентов можно совмещать с занятиями, направленными на технико-тактическую подготовку.

Литература

1. *Абзалов Р. А.* Регуляция функций сердца полового зрелого организма при различных двигательных режимах: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Казань, 1986.
2. *Абросимова Л. И.* Оценка влияния тренировочных нагрузок на организм юного спортсмена по данным потребления кислорода: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1960.
3. *Абсалямов Т. М.* Исследование динамики ранних признаков утомления при спортивном плавании: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1968.
4. *Агаджанян Н. А.* Адаптация и резервы организма. – М.: ФиС, 1983.
- 4а. *Агаджанян Н. А., Елфимов А. И.* Функция организма в условиях гипоксии и гиперкапнии. – М.: Медицина, 1986.
5. *Агапов Ю. Я.* Кислотно-щелочной баланс. – М.: Медицина, 1968.
6. *Александров И. И.* Исследование аэробного и анаэробного обеспечения напряженной мышечной деятельности человека (на модели плавания и бега): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л., 1972.
7. *Александрова Н. П., Голубева Е. В., Миняев В. И.* Взаимодействие межреберных мышц и диафрагмы при развитии утомления дыхательных мышц. – Тверь, 1993.
8. *Александрова Н. П.* Механизмы компенсаторных реакций дыхательной системы на инспираторные резистивные нагрузки: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – СПб., 2003.
9. *Алиханова Л. И.* Связь между углеводными ресурсами организма (мышечным гликогеном) и физической аэробной работоспособностью: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1982.
10. *Аллик Т. А.* О роли аэробных и анаэробных процессов в энергетическом обеспечении мышечной работы. – М., 1966.
11. *Аль-Букаи Мохаммад Халед Салем* Физиолого-биомеханические факторы, обуславливающие гипертонус мышц у спортсменов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Краснодар, 2004.
12. *Анохин П. К.* Очерки по физиологии функциональных систем. – М.: Медицина, 1975.
13. *Артынко А. А.* Газовый обмен и оксигенация артериальной крови при напряженной циклической работе в связи с различной тренированностью человека: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л., 1968.

14. *Арутюнян С. М.* Определение оптимальной тренировочной нагрузки тяжелоатлета на основе характеристики динамических параметров темповых упражнений: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1965.

15. *Астахов А. М.* Исследование функционального состояния юных борцов под влиянием различных физических нагрузок: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1974.

16. *Астахов С. А.* Технология планирования тренировочных этапов скоростно-силовой направленности в системе годичной подготовки высококвалифицированных единоборцев (На примере рукопашного боя): Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 2002.

17. *Баёва Н. А.* Успешность и эффективность применения локального альфа-стимулирующего тренинга у спортсменов ситуационных видов спорта: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Тюмень, 2003.

18. *Бальсевич В. К.* Онтокинезиология человека. – М., Теория и практика физической культуры, 2000.

19. *Барбаилов С. В.* Специальная подготовка к бегу на сверхдлинные дистанции в годичном цикле квалифицированных спортсменов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1987.

20. *Батболд С.* Методика скоростно-силовой подготовки юных боксеров Монголии: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1997.

21. *Бегидов В. С.* Эффективность построения тренировочных и соревновательных нагрузок в подготовке дзюдоистов 15–17-летнего возраста: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1989.

22. *Бегидов В. С., Пархоменко А. Н., Шилян В. В.* Взаимосвязь особенностей проявления анаэробных возможностей и реализации технико-тактического потенциала у борцов в условиях соревновательных поединков // Теория и практика физической культуры. – 1988. – № 11.

23. *Беляев Н. А.* Экспериментальное исследование специальной выносливости волейболистов: Автореферат дис. ... канд. пед. наук. – М., 1975.

24. *Бен Саид Нуреддин Бен Мохтар.* Влияние физической нагрузки анаэробно-гликолитической направленности на точность двигательных действий футболистов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1998.

25. *Бернштейн Н. А.* Очерки по физиологии движений и физиологии активности. – М., Медицина, 1966.

26. *Берова М. О.* Возрастные особенности иммунофизиологической реакции организма на адаптацию к гипоксии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Нальчик, 2004.

27. Биохимия человека. Т.2 / Р. Мари, Д. Греннер, П. Мейес, В. Родуэл. – М.: Мир, 2004.

28. *Блытов А. В.* Реакции кардиореспираторной системы у выполняющих различные виды экстремальной деятельности: Дис. ... канд. биол. наук. – М., 2004.

29. *Бобылев С. В.* Комплексная оценка состояния тренированности дзюдоистов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Ташкент, 1984.

30. *Богуславский В. Г.* Методика сопряженного развития специальной выносливости и технического совершенствования юных боксеров: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – КГИФК, 1990.

31. *Бойко В. Ф., Даныо Г. В.* Физическая подготовка борцов. – Киев: Олимпийская литература, 2004.
32. *Борилевич В. Е., Зорин А. И.* Некоторые методические и практические аспекты определения анаэробного порога // Теория и практика физической культуры. – 1988.
33. *Борисов А. П.* Тренированность спортсмена и максимальное потребление кислорода: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1954.
34. *Борисов Е. П.* Экспериментальное обоснование регулирования тренировочной нагрузки бегунов на средние дистанции в процессе многолетней тренировки: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1977.
35. *Бреслав И. О., Глебовский В. Д.* Регуляция дыхания.– Л.: Наука, 1981.
36. *Бринзак В. П.* Исследование изменений кислотно-щелочного равновесия крови и их роли в развитии артериальной гипоксемии при мышечной деятельности: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Тарту, 1979.
37. *Бузмаков В. А.* Особенности дерматоглифических показателей и сердечно-сосудистой системы спортсменов циклических, ациклических и ситуационных видов спорта: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Тюмень, 2004.
38. *Булгакова Н. Ж., Соломатин В. Р., Журавик А.* Срочный тренировочный эффект и систематизация специальных тренировочных упражнений в зависимости от уровня развития аэробных и анаэробных возможностей пловцов высокого класса // Теория и практика физической культуры. – 1996. – № 1.
39. *Бурьиндин А. Г.* Экспериментальное обоснование средств срочной информации для оперативного планирования тренировочных нагрузок в спортивной борьбе: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1973.
40. *Бурякин Ф. Г.* Педагогический контроль силы и выносливости отдельных групп мышц борцов: Дис. ... канд. пед. наук. – Ереван, 1984.
41. *Бутузова В. Б.* Особенности адаптационных процессов у детей 11–15 лет, занимающихся спортивными танцами: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Тюмень, 2004.
42. *Вавилов Ю. Н.* Экспериментальное обоснование рациональных режимов тренировки на основе изучения динамики физической работоспособности и состояния кардиореспираторных функций юных конькобежцев: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1977.
43. *Власов Ю. А., Окунева Г. Н.* Кровообращение и газообмен человека. – Новосибирск: Наука, 1992.
44. *Ванюшин М. Ю.* Адаптация кардиореспираторной системы спортсменов к физической нагрузке повышающейся мощности: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Казань, 2003.
45. *Васильева В. В.* Приспособительные реакции органов кровообращения к мышечной деятельности у спортсменов: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Л., 1968.
46. *Васильков П. С.* Силовая выносливость борцов и экспериментальное обоснование средств и методов ее воспитания: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1982.
47. *Венглярский Г. Б.* Управление специальной подготовленностью дзюдоистов высших разрядов на предсоревновательном этапе тренировки: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Киев, 1981.

48. *Верхошанский Ю. В.* Экспериментальное обоснование средств скоростно-силовой подготовки в связи с биодинамическими особенностями спортивных упражнений: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1963.
49. *Верхошанский Ю. В.* Исследование закономерностей процесса становления спортивного мастерства, в связи с проблемой оптимального управления многолетней тренировкой (на материале скоростно-силовых видов спорта): Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 1972.
50. *Виру А. А., Кырге П. К.* Гормоны и спортивная работоспособность. – М.: ФиС, 1980.
51. *Власов Ю. А., Окунева Г. Н.* Кровообращение и газообмен человека. Новосибирск: Наука, 1992.
52. *Волков Н. И., Черемисинов В. Н., Разумовский Е. А.* Кислородный обмен у человека при мышечной деятельности. – Киев, 1966.
53. *Волков А. В.* Планирование тренировочной нагрузки при развитии мышечной силы в связи с периодическими изменениями функциональной готовности двигательного аппарата спортсмена: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1970.
54. *Волков В. М.* Восстановительные процессы в спорте. – М.: ФиС, 1977. – *Волков В. М.* К физиологическому обоснованию построения микроциклов // Теория и практика физической культуры. – 1973. – № 5.
55. *Волков В. М.* К механизму непродолжительных ухудшений спортивной мышечной работы: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1955.
56. *Волков В. П.* Исследование технико-тактической и физической подготовленности борцов-самбистов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1971.
57. *Волков Н. И.* Энергетический обмен и работоспособность человека в условиях напряженной мышечной деятельности: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1969.
58. *Волков Н. И.* Энергетический обмен и работоспособность человека в условиях напряженной мышечной деятельности: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1969.
59. *Волков Н. И.* Биоэнергетика напряженной мышечной деятельности человека и способы повышения работоспособности спортсменов: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 1990.
60. *Волков Н. И., Хволес В. Г., Новикова Д. А., Мотылянская Р. Е., Калугина Г. Е., Гориневская В. С.* Внешнее дыхание, газообмен и выносливость. – М.: ФиС, 1969.
61. *Волков Н. И., Шиян В. В.* Анаэробные возможности дзюдоистов и их связь с показателями соревновательной деятельности // Теория и практика физической культуры. – 1983. – № 3.
62. *Воловик А. Е.* Исследование методики развития скоростных качеств в классической борьбе: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1971.
63. *Воротникова М. В.* Изменения газового состава крови и регионарные реакции сосудов микрогемодинамики в головном мозге при гипобарической гипоксии и физических нагрузках: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ульяновск, 2004.
64. *Гандельсман А. Б., Смирнов К. М.* Физиологические основы методики спортивной тренировки. – М.: ФиС, 1970.

65. *Габрысь Т.* Анаэробная работоспособность спортсменов: лимитирующие факторы, тесты и критерии, средства и методы тренировки: Автореф. дис. ... док. пед. наук. – М., 2000.

66. *Гаврилов В. В.* Воспитание локальной силовой выносливости мышц верхних конечностей у борцов-самбистов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 2003.

67. *Гаевский А. А.* Показатели реактивности в оценке иммунного и вегетативного гомеостаза борцов высокой квалификации: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1981.

68. *Гандельсман А. Б.* Биоэнергетика и показатели внешнего дыхания в разных видах спорта // Биоэнергетика. – Л., 1973.

69. *Гандельсман А. Б., Смирнов К. М.* Физиологические основы методики спортивной тренировки. – М.: ФИС, 1970.

70. *Гасъков А. В.* Теоретико-методические основы управления соревновательной и тренировочной деятельностью квалифицированных боксеров: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – Улан-Удэ, 1999.

71. *Геселевич В. А.* Исследование организма спортсменов в процессе тренировки по борьбе: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1964.

72. *Гладышева А. А.* К вопросу о морфологических особенностях диафрагмы: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1948.

73. *Глазкова Е. Н.* Значение бомбезина в бульбарных механизмах регуляции дыхания: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Самара, 2004.

74. *Годик М. А.* Исследование факторной структуры скоростных двигательных способностей человека: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1966.

75. *Годик М. А.* Контроль тренировочных и соревновательных нагрузок. – М.: ФИС, 1980.

76. *Годик М. А.* Педагогические основы нормирования и контроля соревновательных нагрузок: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 1982.

77. *Гориневская В. В.* Анализ данных врачебного исследования влияния бега на разные дистанции // Врачебные исследования физкультурников. – М., 1931.

78. *Горохов А. Л.* Исследование кислотно-щелочного равновесия и содержания мочевины в крови у спортсменов // Теория и практика физической культуры. – 1976. – № 1.

79. *Грузных Г. М.* Экспериментальное исследование выносливости и методов ее совершенствования у спортсменов с различными морфологическими особенностями: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1972.

80. *Гуджил Т.* Некоторые физиологические механизмы развития утомления при мышечной работе в условиях повышенной температуры среды: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1991.

81. *Гужова П. А.* Внеклеточные сигнальные пути и внутриклеточные механизмы агрегации эритроцитов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Ярославль, 2004.

82. *Гундсамба С.* Особенности тренировочного эффекта упражнений с различной степенью силового напряжения в базовой стадии спортивной подготовки: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 2001.

83. *Гурова Е. В.* Особенности адаптационных реакций организма на физические нагрузки оздоровительного характера у детей младшего школьного возраста с нарушением зрения: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Челябинск, 2004.

84. *Гусев П. Б., Миняев В. И., Раздорских Н. А., Шикунова Н. Б., Сергеев Р. А.* Динамика работоспособности моторного аппарата системы дыхания в процессе максимальной производственной гипервентиляции в условиях гипоксии и гиперкапнии. – Тверь, 1993.

85. *Дадалян А. В.* Эффективность применения нагрузок аэробной направленности для повышения работоспособности борцов разной квалификации: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1996.

86. *Дамарчи А.* Эффективность применения интервальной гипоксической тренировки при подготовке юных пловцов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1997.

87. *Данько Ю. И.* Очерки физиологии физических упражнений. – М.: Медицина, 1974.

88. *Дианов Н. Д.* Эффективность совершенствования специальной выносливости борцов в процессе тренировки с дополнительным сопротивлением внешнему дыханию: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1977.

89. *Дунаев К. Ш.* Средства и методы физической подготовки борцов вольного стиля в соревновательном периоде: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1990.

90. *Еганов А. В.* Управление тренировочным процессом повышения спортивного мастерства дзюдоистов: Автореф. дис. ... док. пед. наук. – Челябинск, 1999.

91. *Егизарян А. Д.* Экспериментальное обоснование путей совершенствования специальной скоростно-силовой подготовленности юных борцов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1973.

92. *Екабсон Т. Я.* Анализ unplanned спадов уровня работоспособности у борцов и меры их предупреждения: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1971.

93. *Елисеев С. В.* Предсоревновательная подготовка борцов-самбистов высокой квалификации: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 2001.

94. *Ерохина В. В., Романова Л. К.* Клеточная биология легких в норме и при патологии. – М.: Медицина, 2000.

95. *Жалей А. А.* Исследование выносливости при работе силового характера и экспериментальное обоснование методики ее развития: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1965.

96. *Жуков В. И.* Оптимизация двигательных действий спортсменов в видах спорта силовой и скоростно-силовой направленности: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – Майкоп, 1999.

97. *Жуцунспеков С. К.* Рациональные режимы тренировочных нагрузок у учащихся 3–4 года обучения в ДЮСШ по вольной борьбе: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1992.

98. *Завьялов Д. А.* Современная предсоревновательная подготовка борцов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Красноярск, 1998.

99. *Закаръяев Ю. М.* Планирование средств общей и специальной физической подготовки в процессе обучения технике борьбы дзюдо подростков 12–15 лет: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1982.

100. *Замятин Ю. П.* Направленное обучение борцов самостоятельному управлению нагрузкой в тренировке по частоте сердечных сокращений // Теория и практика физической культуры. – 1981. – № 12.

101. *Защиторский В. М.* Исследование переноса тренированности в циклических локомоциях: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1961.

102. *Защиторский В. М.* Двигательные качества спортсменов: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 1968.

103. *Зимкин Н. В.* Физиологическая характеристика силы, быстроты и выносливости. – ФиС, 1956.

104. *Зимкин Н. В.* Физиология человека. – ФиС, 1970.

105. *Зимкин Н. В.* Физиологические аспекты определения специальной тренированности спортсменов // Теория и практика физической культуры. – 1971. – № 9.

106. *Зимкин Н. В., Коробков А. В., Лехтман Я. Б., Эголинский Я. А., Яроцкий А. И.* Физиологические основы физической культуры и спорта. – ФиС, 1953.

107. *Иванов А. В.* Подготовка дзюдоистов на основе индивидуального учета циклических изменений работоспособности: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1994.

108. *Иванов В. С.* Исследование аэробных и анаэробных функций при напряженной мышечной деятельности циклического характера: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1970.

109. *Иванова Н. В.* Влияние специфики двигательной деятельности на вариабельность сердечного ритма спортсменов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Ярославль, 2003.

110. *Иващенко В. В.* Научно-методические особенности интенсивной силовой подготовки юных самбистов 12–14-летнего возраста: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Майкоп, 2000.

111. *Игуменов В. М., Подливаев Б. А.* Стандартизация средств и методов контроля за физической подготовленностью борцов высших разрядов. – М.: ГЦОЛИФК, 1987.

112. *Игуменова Л. А.* Биохимические факторы специальной выносливости борца. – РИО РГУФК, 2003.

113. *Ильин Е. П.* Оптимальные характеристики работоспособности человека: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – Л., 1968.

114. *Исаева И. В.* Роль некоторых сенсорных воздействий в регуляции сердечного ритма при психоэмоциональном напряжении: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Тамбов, 2003.

115. *Исхакова В. Э.* Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы юных борцов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1970.

116. *Каблов Р. Н.* Функциональные показатели деятельности сердца у акробатов высокой квалификации: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Краснодар, 2004.

117. *Кадочникова Н. И.* Физиологические особенности девушек 17–19 лет с разной длительностью менструального цикла: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Киров, 2003.

118. *Кальостю Ю. Х. А.* Факторная структура достижений в длительных локомоциях и пути направленного воздействия на основные факторы в процессе спортивной тренировки (на материалах лыжных гонок): Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 1990.

119. *Каражанов Б. К.* Моторная адаптация человека: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 1992.

120. *Каражанов Б. К., Сариев К. С., Шиян В. В.* Влияние анаэробных нагрузок на динамику показателей работоспособности квалифицированных дзюдоистов // Теория и практика физической культуры. – 1991. – № 4.

121. *Каражанов Б. К., Сариев К. С., Шиян В. В.* Влияние специальной выносливости дзюдоистов на проявление технико-тактического мастерства в условиях, моделирующих соревновательную деятельность // Теория и практика физической культуры. – 1990. – № 8.

122. *Карпман В. Л., Белоцерковский З. Б., Гудков И. А.* Исследование физической работоспособности у спортсменов. – М.: ФиС, 1974.

123. *Карпман В. Л., Хрущев С. В., Борисова Ю. А.* Сердце и работоспособность спортсмена. – М.: ФиС, 1978.

124. *Киракосян О. Е.* Средства и методы педагогического контроля силовой подготовленности борцов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1983.

125. *Киров Г. А.* Методика оценки специальной физической подготовленности борца с учетом особенностей ведения соревновательного поединка: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1986.

126. *Киселев В. А.* Совершенствование спортивной подготовки высококвалифицированных боксеров. – М.: Физическая культура, 2006.

127. *Кичайкина Н. Б.* Характеристика частоты сердечных и дыхательных циклов при работе переменной интенсивности: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л., 1968.

128. *Климан В. П.* Исследование аэробного и анаэробного компонента выносливости у спортсменов с различными морфологическими особенностями: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1970.

129. *Коваленко Е. А.* Некоторые теоретические аспекты проблемы гипоксии. – М., 1997.

130. *Козинский Э. М.* Исследование некоторых условно-рефлекторных реакций сердца и дыхания спортсменов при разном функциональном состоянии организма: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1954.

131. *Козлова С. Ю.* Особенности обучения дыхательным упражнениям детей 8–9 лет на уроке физической культуры в школе: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Малаховка, 2001.

132. *Коломиец О. И.* Вегетативная реактивность спортсменов с различной направленностью тренировочного процесса: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Челябинск, 2004.

133. *Коне М.* Динамика углеводного обмена у спортсменов в процессе тренировок: Дис. ... канд. биол. наук. – М., 1982.

134. *Коновалов В. Н.* Оптимизация управления спортивной тренировкой в видах спорта с преимущественным проявлением выносливости: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – Омск, 1999.
135. *Коптев О. В.* Скоростно-силовая подготовка дзюдоисток высших разрядов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1991.
136. *Коробков А. В.* Выносливость и ее физиологические основы // Теория и практика физической культуры. – 1968. – № 8.
137. *Коробова А. А.* Функциональные сдвиги в состоянии двигательного аппарата спортсменов под влиянием мышечной деятельности: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1962.
138. *Корягин Н. А.* Экспериментальное обоснование метода дозирования тренировочной нагрузки у лыжников-гонщиков по частоте сердечных сокращений: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1968.
139. *Коурова О. Г.* Особенности адаптации сердца к локальной мышечной деятельности у лиц с 18 до 90 лет: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Челябинск, 2003.
140. *Коц Я. М.* Физиология мышечной деятельности. – М.: ФиС, 1982.
141. *Коц Я. М.* Спортивная физиология. – М.: ФиС, 1986.
142. *Крестовников А. Н.* Очерки по физиологии физических упражнений. – М.: ФиС, 1951.
143. *Крестовников А. Н.* Физиология человека. – М.: ФиС, 1954.
144. *Кришна Х.* Обучение индийским дыхательным упражнениям и их физиологическая характеристика: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1971.
145. *Крылатых Ю. Г.* Экспериментальное исследование режимов тренировки, основанных на программированном управлении частотой сердечных сокращений: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1972.
146. *Кудлай С. А.* Моделирование физической подготовленности борцов-юношей в годичном цикле подготовки: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – СПб., 1998.
147. *Кудрявцев А. П.* Программированное обучение технике атакующих действий борцов греко-римского стиля: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1997.
148. *Кудрявцев Е. В.* О кортикальных связях между дыханием и мышечной деятельностью: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – 1952.
149. *Кузнецов А. И.* Нормативные показатели специальной физической и технико-тактической подготовленности борцов с учетом спортивной квалификации и возраста: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1986.
150. *Кулик Н. Г.* Совершенствование путей повышения работоспособности борцов-самбистов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1967.
151. *Курьсь В. Н.* Основы силовой подготовки юношей. – М.: Советский спорт, 2004.
152. *Лавлинский А. С.* Методика искусственной активизации мышц в тренировке борцов на этапе спортивного совершенствования: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1986.
153. *Лавриченко В. В.* Физиологическое обоснование коррекции нутриционного статуса юных футболистов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Краснодар, 2004.
154. *Лантош А. Д., Раскин М. В., Фарфель В. С., Фрейдберг И. М.* Дыхание и газообмен при тренировке // Теория и практика физической культуры. – 1940. – № 5.
155. *Летунов С. П., Мотылянская Р. Е.* Спорт и сердце. – М.: ФиС, 1961.
- 155а. *Летунов С. П., Мотылянская Р. Е.* Материалы к обоснованию теории развития выносливости // Теория и практика физической культуры. – 1971. – № 1.
156. *Латышева В. Н.* Исследование эффективности упражнений, направленных на воспитание способности спортсменов проявлять максимальные усилия в кратчайшее время: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1966.
157. *Лещенко С. С.* Исследование динамики специальной выносливости борцов после максимальных тренировочных нагрузок: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1977.
158. *Линец М. М.* Воспитание выносливости в циклических локомоциях субмаксимальной мощности в процессе многолетней спортивной тренировки: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1979.
159. *Липатникова М. А.* Физиологическое обоснование коррекции нутриционного статуса борцов в процессе развития специальной выносливости: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Краснодар, 2003.
160. *Литманович А. В.* Структура тренировочных нагрузок в тренировочных микроциклах (на материале борьбы дзюдо): Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1987.
161. *Лукьянова Л. Д.* Клеточные механизмы резистентности организма к гипоксии // Гипоксия. – М., 1997.
162. *Лупандин А. В.* Физиологические механизмы повышения устойчивости организма под влиянием адаптогенов: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Л., 1989.
163. *Лысаковский И. Т.* Алгоритмизация процесса скоростно-силовой подготовки спортсменов: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – Омск, 1997.
164. *Мак-Дугалла Д. Д., Уэнгер Г. Э., Грин Г. Д.* Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса. – Киев: Олимпийская литература, 1998.
165. *Максимов М. Н.* Квантификация тренировочных нагрузок по пульсовым показателям упражнений: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 2004.
166. *Малиновский С. В.* Программированное обучение и спорт. – М.: ФиС, 1976.
167. *Маргариа Р.* Физиология кислородного «долга» и динамического равновесия в связи с образованием и удалением молочной кислоты. – М., 1965.
168. *Мардарьева Н. В.* Закономерности постнатального развития системы ацетилхолин-ацетилхолинэстеразы и возрастные изменения активности аминотрансфераз в скелетных мышцах: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Чебоксары, 2004.
169. *Марковская Г. И.* Влияние спортивной тренировки на минутный и ударный объем сердца: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1952.
170. *Мартиросов Э. Г.* Соматический статус и спортивная специализация: Дис. ... д-ра биол. наук в виде науч. докл. – М., 1998.

171. *Маршак М. Е.* Регуляция дыхания у человека. – М., 1961.
172. *Матвеев С. Ф.* Эффективность чередования занятий с различными нагрузками в тренировочных микроциклах (на материале борьбы дзюдо): Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1983.
173. *Милешкин В. И., Матвеева Э. А.* Исследование потребления кислорода у борцов // Спортивная борьба: Ежегодник. – М.: ФиС, 1978.
174. *Миняев В. И., Гречишкин Р. М.* Реакция брюшного и грудного компонентов дыхания на прогрессирующую гиперкапнию // Физиологический журнал. – М., 1995.
175. *Миняев В. И.* Произвольное управление дыханием; физиология дыхания. Основы современной физиологии. – СПб.: Наука, 1994.
176. *Миняев В. И.* Пути оптимизации функции дыхания при нагрузках, в патологии и в экстремальных состояниях. – Тверь, 1995.
177. *Мирдар Х. Ш.* Эргометрические и метаболические эффекты интервальной гипоксической тренировки: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1997.
178. *Михайлов В. В.* Физиологическое понимание спортивной формы: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1954.
179. *Михайлов В. В., Геселевич В. А.* Изменение функционального состояния высококвалифицированных борцов в процессе тренировочных микроциклов // На борцовском ковре. – М.: ФиС, 1976.
180. *Михайлов С. С.* Спортивная биохимия. – М.: Советский спорт, 2004.
181. *Мотылянская Р. Е.* Возрастные особенности реакции сердечно-сосудистой системы на физические напряжения разной интенсивности и продолжительности: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1944.
182. *Мотылянская Р. Е.* Выносливость у юных спортсменов. – ФиС, 1969.
183. *Мошанов А. В.* Моделирование соревновательной деятельности высококвалифицированных дзюдоистов в структуре интервальной мышечной тренировки: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 2000.
184. *Мякинченко Е. Б.* Концепция воспитания локальной выносливости в циклических видах спорта: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 1997.
185. *Мякинченко Е. Б.* Техника бега на средние дистанции и ее взаимосвязь с физической подготовленностью: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1983.
186. *Набатникова М. Я.* Проблема совершенствования специальной выносливости спортсмена при циклической работе субмаксимальной и большой мощности: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 1973.
187. *Неверкович С. Д.* Исследование оптимальных форм работы спортсмена в системах автоматического управления срочным тренировочным эффектом: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1971.
188. *Нелюбин В. В.* Исследование интенсивности и соотношения статических и динамических компонентов двигательной деятельности борцов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1970.
189. *Немиров А. Д.* Информативность параметров variability сердечного ритма у спортсменов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Ярославль, 2004.

190. *Немировская Т. Л.* Системные и клеточные механизмы пластичности скелетных мышц при различных режимах их сократительной активности: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 2003.

191. *Немова Е. Е.* К вопросу изучения функции дыхания у спортсменов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1954.

192. *Нестеров Ю. В.* Метаболические функции и стресс-реактивность легких на разных этапах постнатального онтогенеза: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Астрахань, 2003.

193. *Никуличев В. А.* Взаимосвязь тренировочных нагрузок с основными показателями соревновательной деятельности борцов высших разрядов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1987.

194. *Новаковский С. В.* Локальная силовая подготовка борцов для выполнения сложных технико-тактических действий: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1998.

195. *Новиков А. А., Дахновский В. С., Самвелян Л. А.* Исследование основных параметров двигательного навыка в борьбе под влиянием утомления / / На борцовском ковре. – М.: ФиС, 1970. – № 9.

196. *Озолин Н. Н.* Динамика специальной работоспособности в условиях серийных стартов и некоторые подходы к оптимизации структуры соревновательного периода: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1974.

197. *Орехов Ю. В.* Частотно-амплитудные характеристики ЭЭГ и внутрикорковые связи при воспроизведении эмоциональных состояний в норме и при эмоциональной патологии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2004.

198. *Осколкова Е. М.* Влияние произвольной остановки внешнего дыхания и холодовой пробы на показатели гемодинамики и легочного дыхания у человека: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Сыктывкар, 2003.

199. *Пак Ин Сунн.* Методические детерминанты дифференциальной физической подготовки дзюдоистов высшей квалификации: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1998.

200. *Папков В. А.* Повышение эффективности подготовки борцов с помощью комплексных педагогических технологий: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 2002.

201. *Парк Сун Джин.* Силовая подготовка элитных дзюдоистов к соревнованиям (изокинетический режим тренировки): Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1996.

202. *Пархоменко А. Н.* Структура тренировочных заданий, направленных на совершенствование работоспособности высококвалифицированных борцов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1987.

203. *Пашищев В. Г.* Скоростно-силовая подготовка дзюдоистов при переходе из учебно-тренировочных групп в группы спортивного совершенствования: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1995.

204. *Пашищев В. Г.* Технология проектирования многолетней подготовки дзюдоистов: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 2001.

205. *Перемышлев Е. С.* Повышение локальной мышечной работоспособности у квалифицированных борцов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 2000.

206. *Петров А. Б.* Индивидуальное нормирование тренировочных нагрузок борцов-самбистов на этапе углубленной специализации: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 2001.

207. *Петрова В. К.* Реакции насосной функции сердца детей и подростков на функциональные нагрузки: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Казань, 2004.

208. *Петушков М. Н.* Особенности произвольного управления торакальными и абдоминальными дыхательными движениями: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Тверь, 2003.

209. *Плышевская Е. В.* Функциональные особенности сердечной деятельности школьников 15–16 лет: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Ярославль, 2003.

210. *Пойманов В. П.* Рационализация сопряженной тренировки технико-физической направленности борцов высокой квалификации: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1982.

211. *Попов О. И.* Эргометрические и биоэнергетические критерии специальной работоспособности пловцов: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 1999.

212. *Попова О. Я.* Биохимический контроль в спортивной борьбе // «Спортивная борьба». – М.: ФиС, 1982.

213. *Потапова Т. М., Потапов А. В.* Опасные последствия предварительной гипервентиляции легких при нырянии // Теория и практика физической культуры, 1988. – № 9.

214. *Потребич В. А.* Особенности построения предсоревновательного мезоцикла дзюдоистов старших разрядов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – БГИФК, 1989.

215. *Прилуцкий Б. Н.* Уступающий режим активности мышц при локомоциях человека: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1990.

216. *Проскуркина И. К.* Биохимия. – М.: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2004.

217. *Пыжова В. А.* Зависимость эффективности биохимической адаптации организма к мышечной деятельности от способов повышения тренирующих нагрузок: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Тарту, 1974.

218. *Пярнат Я. П.* Возрастно-половые стандарты (10–50 лет) аэробной способности человека: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – Тарту, 1982.

219. *Резенькова О. В.* Изучение влияния экстракта солодки голой на процессы адаптации организма: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Ставрополь, 2003.

220. *Ретников П. Н.* Исследование максимальной аэробной производительности и методики ее тренировки у боксеров старших спортивных разрядов в соревновательном периоде: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1975.

221. *Риад Али Аль Раваи.* Физическая характеристика нервно-мышечного аппарата у спортсменов различных специализаций: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1985.

222. *Розенблат В. В.* К физиологии утомления и работоспособности при мышечной работе человека: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – Свердловск, 1963.

223. *Рудницкий В. И.* Исследование способности борца к проявлению усилий взрывного характера и пути ее совершенствования: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1972.

224. *Рузиев А. А.* Научно-методические основы многолетней подготовки квалифицированных юных борцов: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 1999.

225. *Сагиян Б. З.* Групповые особенности физической подготовки борцов легких, средних и тяжелых весовых категорий: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1971.

226. *Садовски Е.* Перенос тренированности в циклических и ациклических упражнениях большой мощности: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1986.

227. *Сафонов В. А., Ефимов В. Л., Чумаченко Л. Л.* Нейрофизиология дыхания. – М., 1980.

228. *Свищёв И. Д.* Управление темпом ведения поединка в дзюдо. – М.: ПринтЦентр, 2006.

229. *Сегал М. С.* Физиологические резервы при адаптации спортсменов к тройному прыжку: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Челябинск, 2004.

230. *Селуянов В. Н.* Методы построения физической подготовки спортсменов высокой квалификации на основе имитационного моделирования: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 1992.

231. *Семенов В. Г.* Теоретико-методические основы долговременной адаптации двигательного аппарата спортсменов к циклическим локомоциям максимальной мощности: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук в виде науч. докл. – Смоленск, 1997.

232. *Сентябрев Н. Н.* Физиологические аспекты направленной релаксации организма человека при напряженной мышечной деятельности: Автореф. дис. ... док. биол. наук. – М., 2004.

233. *Сергиевский М. В., Меркулова Я. Л., Сабдрахманов Р. Ш.* Дыхательный центр. – М.: Медицина, 1975.

234. *Сердас Альварес Р. Э.* Критерии оценки индивидуальных проявлений специальной выносливости квалифицированных спортсменов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – КГИФК, 1990.

235. *Серопегин И. И.* Дыхание при некоторых видах спорта: Дис. ... канд. пед. наук. – М., 1947.

236. *Сизова М. В.* Сравнительная характеристика физиологических реакций организма человека при занятиях экстремальными видами туризма: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2003.

237. *Скрябин В. В.* Физиологические исследования статической мышечной деятельности и ее тренировки: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – Л., 1956.

238. *Слепенчук И. Е.* Влияние гипербарической оксигенации на общую и специальную работоспособность квалифицированных лыжников-гонщиков: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – МОГИФК, 1990.

239. *Смирнов В. М., Дубровский В. И.* Физиология физического воспитания и спорта. – М.: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2002.

240. *Смирнов М. Р.* Научные концепции беговой нагрузки в легкой атлетике: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 1992.

241. *Смирнов Ю. И.* Исследование взаимозависимости между силовыми и скоростными двигательными качествами спортсменов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1968.

242. *Смирнов Ю. И.* Теория и методика оценки и контроля спортивной подготовленности: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 1991.
243. *Соколова Л. В.* Развитие учения о биосоциальной природе человека в трудах А. А. Ухтомского: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – СПб., 2003.
244. *Сологуб С. Л.* Эффективность специализированной тренировки квалифицированных спринтеров в условиях искусственно вызванной гипоксии: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1998.
245. *Старшинов А. В.* Комплексный анализ изменений показателей дыхания, кровообращения и реологии крови и их информативность у лиц с разным уровнем физической работоспособности: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Ярославль, 2004.
246. *Столяр С.* Специальная физическая подготовка юных спортсменов в видах единоборств с учетом требований соревновательной деятельности: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1995.
247. *Супрунов Е. П.* Специальная физическая подготовка в системе тренировки квалифицированных рукопашных бойцов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1997.
248. *Суслов Ф. П.* Особенности дыхания при беге на средние дистанции: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1955.
249. *Сытник В. И.* Экспериментальное исследование интенсивности тренировочных и соревновательных нагрузок борцов дзюдо высокой квалификации: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Киев, 1974.
250. *Тараканов Б. И.* Педагогическое руководство физической и технико-тактической подготовкой борцов: Дис. ... д-ра пед. наук. – СПб., 2000.
251. *Тарасенко М. В.* Эффективность средств восстановления в управлении тренировочным процессом борцов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1999.
252. *Телюк С. И.* Соотношение средств специальной физической подготовки борцов высших разрядов в соревновательном периоде: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1984.
253. *Терехин Е. Г.* Экспериментальное обоснование методики совершенствования анаэробных возможностей лыжников-гонщиков старших разрядов в соревновательном периоде тренировки: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1967.
254. *Тереженко П. Г.* Динамика работоспособности борцов в соревновательном периоде после тренировки в среднегорье: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1972.
255. *Терзи М. С.* Физиологические особенности адаптивных процессов у подростков в тхэквондо: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Челябинск, 2003.
256. *Тимушкин А. В.* Проектирование тренировки квалифицированных спортсменов в условиях высокогорья: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – Балашов, 1998.
257. *Травин Ю. Г.* Исследование закономерностей возрастных изменений выносливости и построения многолетней тренировки юных бегунов на средние дистанции: Автореф. дис. ... док. пед. наук. – М., 1975.
258. *Трачев В. М.* Исследование эффективности дыхательных упражнений в подготовке спортсменов (на примере бега на средние дистанции): Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1972.
259. *Туманян Г. С., Шиян В. В., Невзоров В. М.* Биоэнергетические основы совершенствования системы подготовки квалифицированных борцов // Спортивная борьба: Ежегодник. – М.: ФиС, 1986.
260. *Тхоревский В. И.* Физиология человека. – М.: Физкультура, образование и наука, 2001.
261. *Усин Ж. А.* Воспитание силы и мышечной чувствительности у высококвалифицированных борцов вольного стиля: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1997.
262. *Уэст Дж.* Физиология дыхания. – М., 1988.
263. *Фаллер Д. М., Шилдс Д.* Молекулярная биология клетки. – М.: БИНОМ-Пресс, 2003.
264. *Фарфель В. С.* Физиология спорта. – ФиС, 1960.
265. *Фарфель В. С.* Вопросы физиологии выносливости спортсмена. – М., 1966.
266. *Фарфель В. С.* Современные проблемы физиологии спортивной тренировки. – М., 1961.
267. *Фарфель В. С., Михайлов В. В.* Максимальное потребление кислорода как показатель окислительных процессов и общей работоспособности спортсмена // Проблемы спортивной медицины. – М., 1965.
268. *Фарфель В. С., Коц Я. М.* Физиология человека (с основами биохимии). – М., ФиС, 1970.
269. *Федоров В. Л.* К механизму и значению мышечных расслаблений в спорте: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1955.
270. *Федотова Н. В.* Психофизиологические характеристики подростков с различным уровнем локомоторной активности: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Тюмень, 2004.
271. *Фомин Н. А.* Физиология человека. – М.: Просвещение, 1982.
272. *Фомин Н. А., Филин В. П.* На пути к спортивному мастерству. – М.: ФиС, 1986.
273. *Фролов В.Ф.* Эндогенное дыхание – медицина третьего тысячелетия. – Новосибирск, 2000.
274. *Хайруллина Г.Н.* Насосная функция сердца спортсменов-дзюдоистов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Казань, 2003.
275. *Хакунов Н. Х.* Динамика физической подготовленности дзюдоистов различного возраста и весовых категорий: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1991.
276. *Харацидис С. К.* Совершенствование силы и гибкости у самбистов и дзюдоистов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1998.
277. *Харгривс М.* Метаболизм в процессе физической деятельности. – Киев: Олимпийская литература, 1998.
278. *Хедман Р.* Спортивная физиология. – М.: ФиС, 1980.
279. *Ходас В. В.* Физиологические особенности адаптационных процессов у учащихся с различной двигательной активностью: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Тюмень, 2003.

280. Хосни М. Биоэнергетика повторной мышечной работы и эффективность интервальной тренировки в спорте: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 1995.

281. Хосни М. Физиологическая характеристика разных режимов повторной циклической работы: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1984.

282. Хренов А. П. Исследование динамики и путей повышения некоторых показателей двигательных функций у борцов в связи с нарастающим утомлением: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Смоленск, 1972.

283. Чарьев К. Методы и средства оптимизации скоростно-силовой подготовленности борцов-самбистов высокой квалификации: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1995.

284. Четик В. Д. Экспериментальное обоснование методов программированного управления срочным тренировочным эффектом: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1969.

285. Чермит К. Д. Гармоническая пара «симметрия-асимметрия» в организме человека как фундаментальная основа адаптации: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Майкоп, 2004.

286. Чернов С. С. Система подготовки женщин в видах легкой атлетики, требующих преимущественного проявления выносливости: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 1999.

287. Чесноков Н. Н. Планирование скоростно-силовой и беговой подготовки у юных бегунов на средние и длинные дистанции в макроцикле: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1991.

288. Шарипов А. Ф. Скоростно-силовая подготовка юных дзюдоистов на этапе спортивного совершенствования с учетом их индивидуальных характеристик: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1998.

289. Шахов Ш. К. Индивидуально-программированная физическая подготовка в видах спорта группы единоборства: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 1998.

290. Шетлов А. А. Экспериментальное исследование специальной выносливости борцов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1970.

291. Шиян В. В. Теоретические и методические основы воспитания специальной выносливости высококвалифицированных борцов: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 1998.

292. Шиян В. В. Специальная выносливость дзюдоистов и средства ее развития: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1983.

293. Шиян В. В., Игуменова Л. А. Оценка специальной выносливости борцов. – М.: СпортАкадемПресс, 2003.

294. Шмидт Р., Тевс Г. Физиология человека. – Т. 2. – М.: Мир, 1996.

295. Шубин К. М. Функциональное состояние отдельных систем организма у юных тяжелоатлетов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Краснодар, 2004.

296. Шустин Б. Н. Моделирование в спорте: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 1995.

297. Щесоль А. Г. Сосудистые сопротивления и динамика сердечного выброса при силовых упражнениях: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2004.

298. Юхно Ю. А. Специальная силовая подготовка дзюдоистов высокой квалификации в предсоревновательном периоде: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1998.

299. Юшкевич Т. П. Научно-методические основы системы многолетней тренировки в скоростно-силовых видах спорта циклического характера: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – Минск, 1990.

300. Юшков О. П. Система управляющих воздействий на структуру подготовленности квалифицированных борцов: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 1994.

301. Яковлев Н. Н. Биохимия спорта. – М., ФиС, 1974.

302. Яковлев Н. Н., Коробков А. В., Янанис С. В. Физиологические и биохимические основы теории и методики спортивной тренировки. – ФиС, 1960.

303. Яо Сунтин. Применение современных подходов в классификации видов спорта: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1990.

304. Ярмицкий Ю. Д. Психофизическое шкалирование интенсивности мышечной работы как основа оптимизации программированной тренировки по пульсу: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1972.

305. Яружный Н. В. Структура и контроль физической работоспособности в командных игровых видах спорта: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М., 1992.

306. Aruoma O.I. Free radicals and antioxidant strategies in sport // J. Nutrition Biochemistry. – 1994, № 5. – P. 370–381.

307. Benzi. Ossigeno, energia e radicali liberi. Edimac. – Milano, 1988. – P.143.

308. Bjornorp P. Importance of fat as a support nutrient for energy: metabolism of athletes. // J. Sports Sciences. 1991, Vol. 9, special issue. – P. 71–76.

309. Branch J.D. Effect of eletherococcus senticosus maxim supplementation on methabolic responce to submaximal on sport exercise // Third IOC World Congress on sport sciences. – Atlanta – 1996. – P. 408–419.

310. Braun B. Alpha tocopherol supplement in racing cycling during extreme endurance training. // Int. J. Sport Nutr, 1995, Vol. 5, № 2. – P. 165–167.

311. Tunnemann Dr. H. Leistungsfaktonen. Ringen. Sportverlag Berlin, 1980. – P. 230.

312. Buhrlé M., Schmidtbleicher D. Maximalkiaft – SchneUkraft – Bewegungsschnelligkeit. – Mainzer Studien zur Sportwissenschaft (Mainz). – 1979, № 5/6.

313. Costill D. Muscle strength: Contributions to sprint swimming. – Swimming World (Los Angeles). – 1980, № 2.

314. Gain W., Hartmann J. Muskelkraft durch Partnerübungen. – Berlin: Sportverlag, 1986.

315. Garhammer J. Muscle fiber types and Weight training. – Track Technique (Los Altos), 1978, № 72.

316. Hartmann J. 100 kleine Zweikampfabungen. – Berlin: Sportverlag, 1986.

317. Karlsson J. Das menschliche Leistungsvermogen in Abhangigkeit von Faktoren und Eigenschaften der Muskelfasern. – Medizin und Sport, 1975, № 12.

318. Keidel W. D. Kurzgefabtes Lehrbuch der Physiologic. – Stuttgart/New York: Georg Thieme, 1970.

319. *Kleine Enzyklopedie Leben*. Leipzig: Bibliographisches Institut, 1976.
320. *Komi P.V.* Faktoren der Muskelkraft und Prinzipien des Krafttrainings. – Leistungssport (Frankfurt/Main), 1975, № 5.
321. *Komi P. V., Viitasalo J. T.* Changes in motor unit activity and metabolism in human skeletal muscle during and after repeated eccentric and concentric contractions. – *Acta physiologica Scandinavica* (Stockholm), 1977, № 2.
322. *Kusnezow W. W.* Kraftvorbereitung. – Berlin: Sportverlag, 1972.
323. *Matwejew L. P.* Grundlagen des sportlichen Trainings. – Berlin: Sportverlag, 1981.
324. *Meinel K.* Bewegungslehre. – Berlin: Volk und Wissen, 1960.
325. *Neumann G., Buhl H.* Biologische Leistungsvoraussetzungen und trainingsphysiologische Aspekte bei trainierenden Frauen. – *Medizin und Sport* (Berlin), 1981, № 5.
326. *Ringel*. – Berlin: Sportverlag, 1980.
327. *Schmidt H.* Orthopädische Grundlagen für sportliches Üben und Trainieren. – Leipzig: Barth, 1985.
328. *Tesch P., Karlsson J.* Isometric strength performance and muscle fibre distribution in man. – *Acta physiologica Scandinavica* (Stockholm), 1978, № 1.
329. *Tittel K.* Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen. – Jena: Fischer, 1985.
330. *Training von A bis Z* (Kleines Wörterbuch für die Theorie und Praxis des sportlichen Trainings). – Berlin: Sportverlag, 1980.
331. *Verchosanskij J.V.* Grundlagen des speziellen Krafttrainings im Sport. – Theorie und Praxis der Körperkultur (Berlin), 1971, Beiheft 3.
332. *Verchosanskij J.V.* Zum speziellen Krafttraining der Werfer und Springer. – *Leichtathletik* (Berlin West), 1978, № 26, Beilage: Die Lehre der Leichtathletik, 1978, N 27; Beilage: Die Lehre der Leichtathletik, 1978, № 28.
333. *Worobjow A. N.* Gewichtheben. – Berlin: Sportverlag, 1984.
334. *Weise U.* Krafttraining. Ein Beitrag zur allgemeinen Trainingslehre. – Jugend und Sport (Maggingen), 1975, № 8.
335. *Zaciorskij V. M.* Die körperlichen Eigenschaften des Sportlers. – Theorie und Praxis der Körperkultur (Berlin), 1968, Sonderheft.
336. *Carron A. V.* Reactions to «anxiety and motor behavior». «*Journal of Motor Behavior*», 1971, 2, 181–188.
337. *Cattell R. B. & Scheier I. H.* The meaning and measurement of neuroticism and anxiety. New York: Ronald Press, 1961.
338. *Cattell R. B., & Scheier I. H.* Handbook for the IPST anxiety scale. Champaign, Illinois: Institute for Personality and Ability Testing, 1963.
339. *Gofor C. N. & Appley M. H.* Motivation: theory and research. – New York: Wiley, 1964.
340. *Hodges W. F. & Felling J. P.* Types of stressful situations and their relation to trait anxiety and sex. «*Journal of Consulting and Clinical Psychology*», 1970, 34, 333–337.
341. *Hodges W. F. & Spielberger C. D.* The effects of threat of shock on heart rate for subjects who differ in manifest anxiety and fear or shock. «*Psychophysiology*», 1966, 2, 287–294.
342. *Lader M. & Marks I.* Clinical anxiety. – London: Heinemann Medical Books, 1971.
343. *Lamb D. H.* The effects of public speaking on self – report, physiological and behavioral measures of anxiety. Unpublished doctoral dissertation. – Florida State University, 1969.
344. *Lazarus R. S.* Psychological stress and the coping process. – New York: McGraw – Hill, 1966.
345. *Lazarus R. S. & Opton E. M., Jr.* The study of psychological stress. – New York: Academic Press, 1966, P. 225–262.
346. *Nowlis V.* Research with the mood adjective check list. In S. S. Tomkins and C. E. Izard. *Cognition and Personality*. – New York: Springer, 1965, P. 352–389.
347. *Levitt E. N.* The Psychology of Anxiety. Indianapolis: Merrill, 1967.
348. *Martens R.* Anxiety and motor behavior: a review. «*Journal of Motor Behavior*», 1971, № 2, P. 151–179.
349. *McNair D. M., Droppleman L. F.* Test manual for the profile of mood states. San Diego, California: Educational and Industrial Testing Service, 1971.
350. *McReynolds P.* The assessment of anxiety: A survey of available techniques. In P. McReynolds (Ed). *Advances in Psychological Assessment*. Palo Alto: Science and Behavior Books, 1968.
351. *Nowlis V.* Methods for studying mood changes produced by drugs. «*Revue de Psychologie Appliquée*», 1961, № 11, P. 373–386.
352. *Spielberger C. D.* Theory and research on anxiety. In C. D. Spielberger (Ed), *Anxiety and Behavior*. New York: Academic Press, 1966, P. 3–20.
353. *Spielberger C. D.* Trait – state anxiety and motor behavior. «*Journal of Motor Behavior*», 1971, № 3, P. 265–279.
354. *Spielberger C. D., Gorsuch R. L. & Lushene, R. E.* Manual for the State – Trait Anxiety Inventory. – California: Consulting Psychologist Press, 1970.
355. *Taylor J. A.* A personality scale of manifest anxiety. «*Journal of Abnormal and Social Psychology*», 1953, № 48, P. 285–290.
356. *Zuckerman M.* The development of an affect adjective check list for the measurement of anxiety. «*Journal of Consulting Psychology*», 1960, № 24, P. 457–462.
357. *Banister E.W., Woo W.* Effects of simulated altitude training on aerobic and anaerobic power // *Appl. Physiol.*, 1978, № 38, P. 55 – 69.
358. *Fox E. L.* Measurement of maximal lactic (phosphagen) capacity in man // *Med. Sci. Sports*. – 1973. – № 5. – P. 66 –74.
359. *Fox E. L., Mathews D. K.* The physiological basis of physical education and athletics. – Philadelphia, Pa.: Saunders college, 1981. – 677 p.

Оглавление

Введение	5
ГЛАВА 1.	
Физиологические аспекты спортивной работоспособности	7
1.1. Физиологические функции организма, влияющие на спортивную работоспособность	8
1.2. Газотранспортная система организма спортсменов	16
1.3. Физиологические функции газотранспортной системы организма при различных видах физической нагрузки	23
1.4. Средства и методы физического воспитания, развивающие газотранспортную систему спортсмена	40
1.5. Заключение	52
ГЛАВА 2.	
Средства и методы исследования функциональной работоспособности	56
2.1. Измерение температуры тела	56
2.2. Измерение веса, роста и индекса массы тела	57
2.3. Измерение частоты сердечных сокращений	57
2.4. Измерение нагрузок по объему и интенсивности кардиореспираторной направленности	58
2.5. Спирометрические измерения	60
2.5.1. Проведение спирометрических тестов	62
2.6. Пульсоксиметрия	63
2.7. Измерение артериального давления	66
2.8. Измерение концентрации глюкозы и холестерина в крови	67
ГЛАВА 3.	
Динамика показателей функциональной подготовленности дзюдоистов к нагрузке различной направленности	68
3.1. Показатели внешнего дыхания	68
3.2. Общие показатели крови	73
3.3. Насыщение артериальной крови кислородом	84
3.4. Показатели глюкозы и холестерина крови	88

3.5. Показатели динамического артериального давления	92
3.6. Частота сердечных сокращений	94
3.7. Показатели температуры тела	100
3.8. Показатели весо-ростового индекса	103
3.9. Показатели динамометрии	104
3.10. Заключение	105

ГЛАВА 4.

Скоростно-силовой компонент функциональной подготовки дзюдоистов	106
4.1. Средства скоростно-силовой подготовки дзюдоистов	106
4.2. Влияние скоростно-силовой подготовки на функциональную подготовленность дзюдоистов	112
4.3. Влияние средств скоростно-силовой подготовки на показатели внешнего дыхания дзюдоистов	114
4.4. Зоны мощности выполняемой работы	117
4.5. Заключение	118

ГЛАВА 5.

Модель функциональной подготовки дзюдоистов	119
5.1. Компонент выносливости	121
5.2. Скоростно-силовой компонент функциональной подготовки	141
5.3. Факторный анализ биологической модели функциональной подготовленности дзюдоистов	160
5.4. Кластеризация функциональной работоспособности дзюдоистов	172
5.5. Заключение	175

ГЛАВА 6.

Проблемы развития функциональной работоспособности в дзюдо	177
Практические рекомендации	183
Литература	186

Научное издание

ПАШИНЦЕВ Валерий Георгиевич

**Биологическая модель
функциональной подготовки дзюдоистов**

Монография

Книга издана в авторской редакции
Художник *Е.А. Ильин*
Художественный редактор *Л.В. Дружинина*
Технический редактор *Т.Ю. Кольцова*
Корректор *Л.В. Латина*
Компьютерная верстка *Т.А. Волковой*

Подписано в печать 11.05.2007. Формат 60х90/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 13,0. Уч.-изд. л. 13,5. Тираж 500 экз.
Изд. № 1213. С – 52. Заказ № 714.

ОАО «Издательство "Советский спорт"»
105064, Москва, ул. Казакова, 18.
Тел. (495) 261-50-32

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ОАО «Московская типография № 6»
115088, Москва, Южнопортовая ул., 24