

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

Биологически активные соединения в тренировочном процессе

Методические рекомендации

Рязань 2008

УДК 796

ББК 75.0я73

Б 63

Печатается по решению редакционно-издательского совета Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина» в соответствии с планом изданий на 2008 год.

Научный редактор А.Б.Воронин, канд. психол. наук, проф.

Рецензенты: В.Н. Лешко, канд. биол. наук, доц.

П.В. Левин, канд. пед. наук, доц.

Б63 **Биологически** активные соединения в тренировочном процессе : методические рекомендации / авт.-сост. В.М. Ериков, А.К. Пунякин ; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. — Рязань, 2008. — 32 с.

Рассмотрены вопросы оценки работоспособности с учетом ее управления, зон энергообеспечения, факторов, лимитирующих работоспособность спортсменов, использования биологически активных соединений в учебно-тренировочном процессе.

Предназначено для специалистов в области физической культуры и спорта, студентов факультета физической культуры.

Ключевые слова: *спорт, работоспособность, биоэнергетика мышечного сокращения, биологически активные соединения.*

ББК 75.0я73

© Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Рязанский государственный университет
имени С.А. Есенина», 2008
© Ериков В.М., Пунякин А.К., 2008

Виды спорта и физические нагрузки

Все виды физической деятельности подразделяются по степени интенсивности нагрузок, среди которых различают очень высокие, высокие, средние и низкие. Перечисленные степени интенсивности нагрузок соответствуют разным уровням спортивной квалификации: спортсмены экстра-класса (олимпийские чемпионы и чемпионы мира), мастера спорта международного класса, мастера спорта, разрядники, а далее лица, занимающиеся физической культурой, не занимающиеся физической культурой, и, наконец, те, кто прибегает к лечебной физкультуре с целью реабилитации тех или иных функций организма при помощи дозированной двигательной активности. Однако на каждом уровне существуют свои пределы возможностей, ограничивающие физическую работоспособность человека. Следует иметь в виду, что факторы, лимитирующие работоспособность, зависят от вида физической деятельности, которая может быть подразделена в соответствии с классификацией видов спорта на пять основных групп.

Циклические виды спорта (бег, плавание, лыжный, велосипедный, конькобежный спорт, все виды гребли и др.). Они требуют преимущественно проявления выносливости, поскольку предполагают многократное повторение одного и того же движения. Этот вид деятельности вызывает расходование большого количества энергии, а сама работа выполняется с высокой и очень высокой интенсивностью.

Скоростно-силовые виды спорта (все спринтерские дистанции, метания, тяжелая атлетика и др.). Отличительная особенность этих видов — взрывная, короткая по времени и очень интенсивная физическая деятельность. В большинстве случаев скорость зависит от генетических детерминант и мало поддается как тренировке, так и влиянию лекарственных средств. Различают циклическую последовательность моторных действий (бег) и ациклическую (бросок).

Спортивные единоборства (весьма многочисленные виды физической деятельности, в частности все виды борьбы, бокс и др.). Характерной чертой

расходования энергии при единоборствах является не постоянный, циклический уровень физических нагрузок, зависящих от конкретных условий соперничества и достигающих порой очень высокой интенсивности.

Игровые виды спорта (хоккей, футбол и т.д.). Эти виды характеризуются постоянным чередованием интенсивной мышечной деятельности и отдыха (в моменты, когда спортсмены не задействованы непосредственно в игровых эпизодах). При этом помимо выносливости большое значение имеют координация движений и психическая устойчивость.

Сложнокоординационные виды спорта (фигурное катание, гимнастика, прыжки в воду, стрельба) и **сложнотехнические** (автогонки, бобслей, прыжки с парашютом, хождение под парусом и многие другие). Сложнокоординационные виды спорта основаны на тончайших элементах движения, что требует значительной выдержки и внимания. При этом физические нагрузки варьируют в широких пределах. Например, чтобы сделать сложный прыжок, требуется большая взрывная сила, а при стрельбе необходимо уметь концентрировать внимание и уменьшить тремор. Сложнотехнические виды спорта в значительной степени связаны с применением технических средств. При этом уровень физических нагрузок может и не достигать очень высоких значений, однако нервное напряжение иногда находится на пределе человеческих возможностей.

Существует также ряд смешанных видов спорта, где применяются различные виды многоборий, включающие перечисленные виды физической деятельности человека. Кроме того, возникает много проблем с восстановлением и поддержанием высокого уровня интеллектуальной и физической формы на соревнованиях по шахматам и шашкам.

Часто вид спорта, в котором на первый взгляд особая выносливость не требуется, все же не может без нее обойтись. Например, более выносливый фигурист меньше устает и способен успешно выполнять сложные прыжковые элементы даже в конце выступления.

Выносливость — это способность организма противостоять утомлению. Она измеряется временем и зависит от интенсивности выполняемой нагрузки.

В самой общей форме утомление определяют как обратимое нарушение физиологического и биохимического гомеостаза, которое компенсируется в посленагрузочном периоде.

Выносливость подразделяется на мышечную и кардиореспираторную, значение которых для различных видов спорта неодинаково.

Мышечная выносливость особенно характерна для спринтеров. Она выражается в способности отдельной мышцы или группы мышц выдерживать высокоинтенсивную повторяющуюся нагрузку (бег на спринтерские дистанции) или статическую нагрузку (тяжелая атлетика, борьба). При этом мышечная деятельность может быть ритмичной, или повторяющейся (бокс), и статической (борьба). В этом случае результирующее утомление возникает в определенной мышечной группе, а продолжительность мышечной нагрузки исчисляется секундами. Мышечная выносливость тесно связана с мышечной силой и анаэробной производительностью.

Кардиореспираторная выносливость связана со способностью организма выдерживать длительную циклическую нагрузку и характеризует возможности всего организма в целом. Этот тип выносливости присущ, как правило, бегунам, велосипедистам, пловцам, преодолевающим длинные дистанции с относительно высокой скоростью. Кардиореспираторная выносливость зависит от развития и функционирования сердечно-сосудистой и дыхательной систем и аэробных возможностей организма.

Энергетические основы движения

Важнейшей особенностью функционирования мышц является преобразование в процессе мышечного сокращения химической энергии аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) непосредственно в механическую энергию сокращения и движения, что свойственно только живым организмам.

Мышечное сокращение — это сложный механохимический процесс, в ходе которого происходит преобразование химической энергии гидролитического расщепления АТФ в механическую работу, совершаемую мышцей.

В настоящее время этот механизм еще полностью не раскрыт. Но достоверно известно следующее:

- Источником энергии, необходимой для мышечной работы, является АТФ.

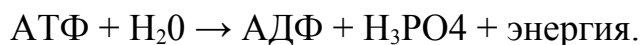
- Гидролиз АТФ, сопровождающийся выделением энергии, катализируется миозином, который обладает ферментативной активностью.

- Пусковым механизмом мышечного сокращения является повышение концентрации ионов Ca^{2+} в саркоплазме мионитов, вызываемое двигательным нервным импульсом.

- Во время мышечного сокращения между толстыми и тонкими нитями миофибрилл возникают поперечные мостики, или спайки. Тонкие нити скользят вдоль толстых, что приводит к укорочению миофибрилл и всего мышечного волокна в целом.

- Расслабление мышцы, или релаксация, происходит после прекращения поступления двигательного нервного импульса. Процесс мышечного расслабления так же, как и процесс мышечного сокращения, осуществляется с использованием энергии гидролиза АТФ.

- Обе фазы мышечной деятельности — сокращение и расслабление — протекают при обязательном использовании энергии, которая выделяется при гидролизе АТФ:



Однако запасы АТФ в мышечных клетках незначительны (в покое концентрация АТФ в мышцах составляет около 5 ммоль/л) и их достаточно для мышечной работы в течение 1—2 секунд. Поэтому для обеспечения более продолжительной деятельности мышц в них должно происходить пополнение запасов АТФ.

Образование АТФ в мышечных клетках непосредственно во время физической работы называется ресинтезом АТФ и идет с потреблением энергии. Способы сохранения энергии и реализации ее запасов для обеспечения движения могут быть разделены на два типа: анаэробный (креатинфосфатный, гликолитический) и аэробный (тканевое дыхание, аэробное или окислительное фосфорилирование), которые различаются между собой длительностью процесса, его интенсивностью и участием в нем кислорода.

Аэробный путь ресинтеза АТФ (синонимы: тканевое дыхание, аэробное или окислительное фосфорилирование) — это основной, базовый способ образования АТФ, протекающий в митохондриях мышечных клеток. В ходе тканевого дыхания от окисляемого вещества отнимаются два атома водорода (два протона и два электрона) и по дыхательной цепи передаются на молекулярный кислород — O_2 , доставляемый кровью в мышцы из воздуха, в результате чего образуется вода. За счет энергии, выделяющейся при этом, происходит синтез АТФ из АДФ и фосфорной кислоты. Обычно на каждую образовавшуюся молекулу воды приходится синтез трех молекул АТФ.

Анаэробные пути ресинтеза АТФ (креатинфосфатный, гликолитический) являются дополнительными способами образования АТФ в тех случаях, когда основной путь получения АТФ — аэробный — не может обеспечить мышечную деятельность необходимым количеством энергии. Это бывает в течение первых минут любой работы, когда тканевое дыхание еще полностью не развернулось, и при выполнении физических нагрузок высокой мощности.

Анаэробный алактатный (без участия лактата) путь используется для короткой и интенсивной работы (спринт) без участия кислорода, без образования молочной кислоты, за счет энергетических фосфатов.

Анаэробный лактатный путь используется для средних и длинных дистанций без участия кислорода, с образованием молочной кислоты, при окислении гликогена и глюкозы.

Смешанная зона анаэробно-аэробной производительности энергии характеризуется участием кислорода, использованием гликогена и свободных жирных кислот как источника энергии.

Анаэробные процессы:

1. $АТФ \rightarrow АДФ + P + \text{свободная энергия.}$
2. Креатинфосфат + АДФ \rightarrow креатин + АТФ.
3. $2 АДФ \rightarrow АТФ + АМФ.$
4. Гликоген или глюкоза + P + АДФ \rightarrow Лактат + АТФ.

Аэробный процесс:

Гликоген, глюкоза, жирные кислоты + P + O₂ \rightarrow CO₂ + H₂O + **АТФ.**

АТФ является главной биомакромолекулой, которая обеспечивает сокращение мышц по схеме:

Актин + миозин + АТФ + H₂O \rightarrow актин + миозин + АДФ + Фнеорг = работа.

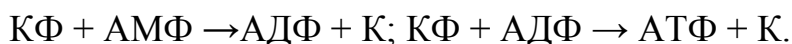
Недостаток АТФ в клетке (из-за повышенного распада или недостаточного синтеза) лимитирует спортивную работоспособность.

Накопление энергии в клетках происходит за счет поступления в организм энергетически ценных продуктов животного и растительного происхождения. При этом углеводы обеспечивают 60 %, жиры 25 %, белки 15 % энергии, необходимой для выполнения работы. Скорость накопления или восстановления при предварительном расходе энергии бывает различной в зависимости от функционального состояния организма, вида спорта, а также действия определенных лекарственных веществ.

Аэробное окисление глюкозы с целью последующего синтеза АТФ происходит на первом этапе до двух молекул пировиноградной кислоты, которая превращается в ацетил-КоА. Окисление же ацетил-КоА проходит в цикле лимонной кислоты и дыхательной цепи. При этом энергия АТФ накапливается в клетках и расходуется на образование тепла. Общий выход АТФ составляет 38 молекул. Аэробный механизм образования энергии (АТФ) из глюкозы в 18 раз более эффективен, чем анаэробный. Одним из факторов, который стимулирует поступление глюкозы в клетки мышц, является гипоксия.

Пути ресинтеза АТФ (КФ + АДФ \rightarrow К + АТФ) в зависимости от расхода энергии начинают функционировать параллельно и зависят от высокой концентрации АДФ. Из двух молекул АДФ образуется одна молекула АТФ ($2АДФ \rightarrow$

АТФ + АМФ). Максимально эффективным является креатинкиназный путь ресинтеза АТФ:



Возможны следующие варианты соотношения восстановления и расходования энергии:

- восстановление нормальное и расход нормальный (работоспособность оптимальная);
- восстановление недостаточное, расход нормальный (работоспособность снижена);
- восстановление нормальное, расход повышен (работоспособность снижена).

Следовательно, чтобы сохранить депо энергии постоянным, следует или снизить расход, или увеличить восстановление. При спортивных нагрузках интенсивность расхода увеличивается в десятки раз, в связи с чем требуется ускорить восстановление энергетического депо. Это достигается с помощью правильного питания и фармакологических препаратов-корректоров, которые помогают организму экономить энергию питательных продуктов или ускорять ее «сжигание». Энергетическая емкость (в ккал) основных энергодающих продуктов у человека массой в 75 килограммов представлена в таблице 1.

Таблица 1

Важнейшие биомакромолекулы как источники энергии, образующиеся из продуктов питания в организме при массе тела в 75 кг

<i>Энергетические биомакромолекулы</i>	<i>Энергетическая ценность, ккал</i>
АТФ	1,5
Креатинфосфат	3,5
Гликоген	1200
Липиды	50 000

Запасы энергии в организме человека и сохраняются, и используются по-разному. В частности, в разных видах спорта одни, где требуется повышен-

ная выносливость, «потребляют» очень много энергии, а другие, например спринт, — гораздо меньше. Отсюда следует, что для обеспечения достаточного количества энергии прежде всего следует учитывать конкретные условия: для выполнения какой работы энергия, в каком виде спорта требуется, о каком периоде спортивной деятельности идет речь (микро-, мезо- и макроциклы, соревнования и время после них).

В разные периоды подготовки (восстановление или соревнование) расход энергии может составлять от 1500 до 10 000 ккал в день.

Соотношение основных источников энергии в зависимости от видов спорта приведено в таблице 2. Питание спортсменов в течение учебно-тренировочного процесса, перед соревнованиями, во время и после них кардинально различается.

Таблица 2

*Необходимое соотношение белков, углеводов и жиров
в зависимости от видов спорта, %*

<i>Вид спорта</i>	<i>Углеводы</i>	<i>Белки</i>	<i>Жиры</i>
Силовые (тяжелая атлетика, метания и др.) и скоростные (все виды спринта, гимнастика, волейбол, фехтование, слалом, прыжки, бобслей, легкоатлетические и др.)	42	22	36
Выносливость с высоким силовым компонентом (шоссейные гонки, конькобежный спорт (1500 м, биатлон, лыжные гонки, плавание (200—1500 м) и др.)	56	17	27
Выносливость (марафонский бег, ходьба на 20 и 50 км, средние и длинные дистанции в легкой атлетике, лыжные гонки и др.)	60	15	27
Единоборства: бокс, борьба, восточные и др.	50	20	30
Игровые виды (футбол, хоккей, баскетбол, водное поло, гандбол, теннис и др.)	54	18	28
Сложнокоординационные виды (все виды стрельбы, гольф, конный спорт, авто- и мотогонки и др.)	56	16	28

При больших мышечных нагрузках существенно возрастает потребность в основных пищевых ингредиентах, в том числе в макро- и микроэлементах. Недоста-

точная насыщенность рациона питания спортсменов макро- и микроэлементами может сопровождаться различными патологическими нарушениями. Так, часто наблюдаются дефицит железа (спортивная анемия), латентные дефициты магния, цинка, хрома и др. Все это приводит к снижению уровня достижений у спортсменов.

Пробелы в понимании принципов фармакологической коррекции физической работоспособности человека связаны с разрывом между результатами, полученными, с одной стороны, на простых биологических моделях в молекулярной биологии, а с другой — при испытаниях (включая микробиопсии с анализом ультраструктуры мышечных волокон, маркерных ферментов митохондрий, особенностей динамики метаболизма, гормонального профиля и др.) лекарственных веществ на спортсменах высокой квалификации, главными качествами которых являются сила, скорость, выносливость, координация движений и многое другое.

Соотношение между различными путями ресинтеза АТФ при мышечной работе

При любой мышечной работе функционируют все три пути ресинтеза АТФ, но включаются они последовательно. В первые секунды работы ресинтез АТФ идет за счет креатинфосфатной реакции, затем включается гликолиз и, наконец, по мере продолжения работы на смену гликолизу приходит тканевое дыхание (рис.)

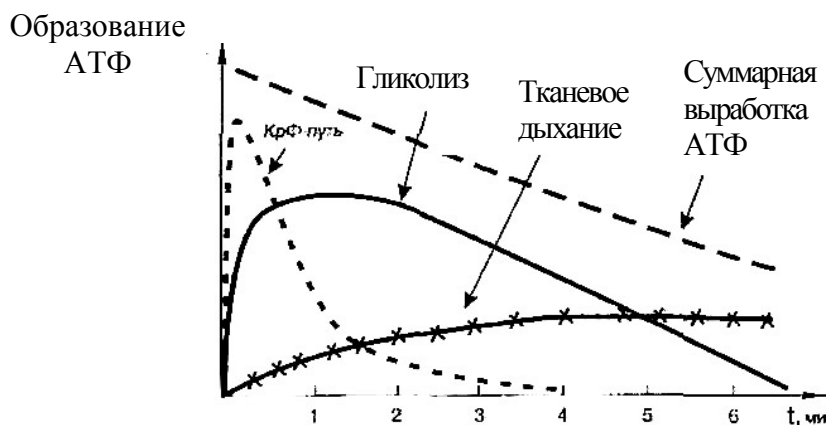


Рис. Включение путей ресинтеза АТФ при выполнении физической работы

Из рисунка видно, что переход энергообеспечения мышечной деятельности с анаэробных путей на аэробный ведет к уменьшению суммарной выработки АТФ за единицу времени, что находит отражение в снижении мощности выполняемой работы.

Конкретный вклад каждого из механизмов образования АТФ в энергообеспечение мышечных движений зависит от интенсивности и продолжительности физических нагрузок.

При кратковременной, но очень интенсивной работе (например, бег на 100 м) главным источником АТФ является креатинкиназная реакция. При более продолжительной интенсивной работе (например, бег на средние дистанции) большая часть АТФ образуется гликолитическим путем. При выполнении упражнений большой продолжительности, но умеренной мощности энергообеспечение мышц осуществляется в основном за счет аэробного окисления.

Зоны относительной мощности мышечной работы

В настоящее время приняты различные классификации мощности мышечной деятельности. Одна из них — классификация по В.С. Фарфелю, базирующаяся на положении о том, что мощность выполняемой физической нагрузки обусловлена соотношением между тремя основными путями ресинтеза АТФ, функционирующими в мышцах во время работы. Согласно этой классификации выделяют четыре зоны относительной мощности мышечной работы: максимальная, субмаксимальная, большая и умеренная.

Работа в зоне максимальной мощности может продолжаться в течение 15—20 секунд. Основным источником АТФ в этих условиях — креатин-фосфат. Только в конце работы креатинфосфатная реакция замещается гликолизом. Примером физических упражнений, выполняемых в зоне максимальной мощности, является бег на короткие дистанции, прыжки в длину и высоту, некоторые гимнастические упражнения, подъем штанги и др.

Работа в зоне субмаксимальной мощности имеет продолжительность до 5 минут и характеризуется самым высоким кислородным долгом — до 20 литров. Ведущий механизм ресинтеза АТФ — гликолитический. Пока гликолиз не достиг максимальной скорости, образование АТФ идет за счет креатинфосфата, лишь в конце работы гликолиз начинает заменяться тканевым дыханием. Примером физических нагрузок в этой зоне мощности является бег на средние дистанции, плавание на короткие дистанции, велосипедные гонки на треке, бег на коньках на спринтерские дистанции и др.

Работа в зоне большой мощности имеет предельную продолжительность до 30 минут. Для работы в этой зоне характерен примерно одинаковый вклад гликолиза и тканевого дыхания. Креатинфосфатный путь ресинтеза АТФ функционирует только в самом начале работы, и поэтому его доля в общем энергообеспечении мала. Примером упражнений в этой зоне мощности является бег на 5000 метров, бег на коньках на стайерские дистанции, лыжные гонки по пересеченной местности, плавание на средние и длинные дистанции и др.

Работа в зоне умеренной мощности продолжается свыше 30 минут. Энергообеспечение мышечной деятельности происходит преимущественно аэробным путем. Примером упражнений в этой зоне мощности является марафонский бег, легкоатлетический кросс, спортивная ходьба, шоссейные велогонки, лыжные гонки на длинные дистанции, турпоходы и др.

В ациклических и ситуационных видах спорта (единоборства, гимнастические упражнения, спортивные игры) мощность выполняемой работы многократно изменяется. Так, у футболиста бег с умеренной скоростью (зона большой мощности) чередуется с бегом на короткие дистанции со спринтерской скоростью (зона максимальной или субмаксимальной мощности); можно найти и такие отрезки игры, когда мощность работы значительно снижается (зона умеренной мощности). Подобные примеры можно привести в отношении многих других видов спорта. Однако в ряде спортивных дисциплин все же преобладают физические нагрузки, относящиеся к какой-то определенной зоне

мощности. Так, физическая работа лыжников обычно выполняется с большой или умеренной мощностью, а в тяжелой атлетике используются максимальные и субмаксимальные нагрузки.

В связи с этим при подготовке спортсменов необходимо применять тренировочные нагрузки, развивающие путь ресинтеза АТФ, являющийся ведущим в энергообеспечении работы в зоне относительной мощности, характерной для данного вида спорта.

Любая физическая нагрузка сопровождается изменением скорости метаболических процессов в организме, появлением биохимических сдвигов в работающих мышцах, во внутренних органах и в крови.

В основе всех возникающих при этом биохимических изменений лежит изменение направленности метаболизма. При выполнении физической нагрузки в организме повышается скорость катаболических процессов, сопровождающихся выделением энергии и синтезом АТФ, при одновременном снижении скорости анаболизма, потребляющего значительное количество АТФ для обеспечения различных синтезов. Такое изменение направленности метаболизма приводит к улучшению энергообеспечения работающих мышц, к повышению мощности и продолжительности работы.

Факторы, лимитирующие спортивную работоспособность

На факторы, лимитирующие работоспособность спортсмена, влияют следующие условия:

1. Недостаток (недостаточность функции) или избыток концентрации фактора приводит к снижению физической работоспособности вплоть до ее полного исчезновения. В этом ряду: недостаток источников энергии АТФ, глюкозы, гликогена, ингибиции клеточного дыхания и транспорта электронов в дыхательной цепи митохондрий работающих мышц, разобщение дыхания и

фосфорилирования, а также образование значительного количества продуктов перекисления липидов и ненасыщенных жирных кислот в виде свободных радикалов из-за ослабления функции эндогенной антиоксидантной системы, сдвиги кислотно-щелочного равновесия и буферной емкости крови, нарушения микроциркуляции реологических свойств крови, гемокоагуляции и др.

2. Наличие биохимических или физиологических методов исследования, при помощи которых можно достоверно выявить наличие фактора, лимитирующего работоспособность. Например, определение АТФ, глюкозы, мочевины, лактата, хемилюминесценции, которые широко апробированы в клинической и спортивной медицине.

3. Восстановление физической работоспособности при нормализации лимитирующего фактора или измененной функции. Например, углеводное насыщение для углеводного депо, введение раствора аминокислот и белка, липидных смесей, нормализация сдвигов рН при помощи назначения щелочных препаратов, регуляции сократительной способности миокарда с целью борьбы с гипоксией и нормализации тканевого дыхания, оптимизация функции эндокринной системы не только гормональными препаратами, но и адаптогенами растительного и животного происхождения, купирование центральных форм усталости при помощи восстановления сниженных функций центральной нервной системы и др.

Среди основных факторов, лимитирующих спортивную работоспособность, выделяют:

- биоэнергетические (анаэробные и аэробные) возможности спортсмена;
- нейромышечные (мышечная сила и техника выполнения упражнений);
- психологические (мотивация и тактика ведения спортивного состязания).

Учитывая возможности коррекции факторов, лимитирующих спортивную работоспособность, при помощи биологически активных веществ число этих факторов может быть увеличено.

Основные факторы, лимитирующие работоспособность человека, представлены в таблице 3.

*Факторы, лимитирующие работоспособность человека,
и принципы фармакологической коррекции*

<i>Факторы, лимитирующие работоспособность</i>	<i>Механизмы снижения работоспособности и восстановления</i>	<i>Физическая работоспособность, коррекция</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Поражение опорно-двигательного аппарата (требует специализированного лечения в стационаре).	В результате травм, разрыва сухожилий (из-за приема анаболиков) ограничены функция опорно-двигательного аппарата и сократительная способность мышц.	Полностью отсутствует или временно снижена. Хирургические, бальнеологические и фармакологические воздействия.
Угнетение центральной и периферической нервной системы.	Центральная усталость, снижение условно-рефлекторной деятельности, скорости формирования движения.	Резко снижена. Адаптогены, ноотропы, витамины.
Недостаточное функционирование эндокринной системы.	Дисбаланс метаболизма (углеводов, белков, жиров, иммуноглобулинов, воды, электролитов и др.).	Ограничена. Витамины, антиоксиданты, спецпитание.
Снижение функции сердечно-сосудистой системы, ритма, микроциркуляции в коронарных сосудах, сократительной способности миокарда, тонуса периферических сосудов (при перенапряжениях, перетренировках).	Уменьшение кровотока, транспорта кислорода (гипоксия) и питательных веществ к работающим мышцам.	Отсутствует или снижена. Кардиопротекторы (инозин, креатинфосфат, три-фосфаденин), антиаритмические средства, продукты пчеловодства и др.
Ослабление функции дыхания (при чрезмерных физических напряжениях).	Недостаток кислорода в крови и тканях (гипоксия).	Снижена. Дыхательные analeптики недопинговой структуры (аммиак), антигипоксанты (полидигидрокси-фенилентиосульфат натрия, цитохром С), антиоксиданты (витамин Е), адаптогены.
Нарушение микроциркуляции.	Снижение кровоснабжения интенсивно работающих мышц, тканевая гипоксия.	Резко снижена. Антиагреганты, спазмолитики, ингибиторы фосфодиэстеразы аденозиновых рецепторов.
Изменение реологических свойств и свертываемости крови.	Снижение кровотока до стаза при микротромбообразовании гиперкоагуляции.	Отсутствует. Антикоагулянты прямого и непрямого действия, фибринолитические препараты. Спазмолитики, ноотропы.

1	2	3
Сдвиги кислотно-щелочного равновесия в кислую сторону.	Изменение буферной емкости крови, ацидоз.	Умеренно снижена. Препараты, сдвигающие рН в щелочную сторону. Щелочные минеральные воды.
Снижение энергообеспечения мышц.	Недостаток гликогена, АТФ, креатин-фосфата, левокарнитина, липидов, протеинов.	Снижена. Углеводное насыщение, левокарнитин, продукты пчеловодства, ППБЦ, апивит.
Функциональная недостаточность витаминов, микроэлементов, электролитов, воды (дегидратация).	В результате высоких физических нагрузок имеет место снижение концентрации жирорастворимых витаминов, электролитов, микроэлементов и воды (особенно в марафоне).	Снижена. Витамины и их комплексы с электролитами и микроэлементами, левотон, адаптон.
Ингибция клеточного дыхания в работающих мышцах.	Нарушение транспорта электронов в дыхательной цепи, синтеза макроэргов, разобщение дыхания и фосфорилирования.	Снижена. Адаптогены, жирорастворимые витамины, ноотропы, специализированные напитки.
Инициация свободнорадикальных процессов в результате запредельных нагрузок и действия прооксидантов.	Образование гидроперекисей, токсических продуктов, нарушение функциональной лабильности клеточных мембран и биоэнергетических механизмов.	Снижена. Антиоксиданты, адаптогены, витамины Е и С, адаптон, фитотон, левотон.
Снижение иммунологической реактивности (клеточного и гуморального иммунитета).	Фактор риска для банальных инфекций, аутоиммунных процессов.	Снижена. Иммуномодуляторы, комбинированные адаптогены, витамины, биогенные стимуляторы, продукты пчеловодства (прополис, цветочная пыльца), элтон, левотон, апивит.
Снижение функции печени, почек и других органов в результате перетренировки.	Печеночный болевой синдром, гипертрофия печени, нарушение экскреторной функции почек и др.	Снижена. Печеночные протекторы (силибинин, эссенциале, колестирамин, ЛИВ-52, антиоксиданты, ППБЦ, противовоспалительные средства, антибиотики.
Необоснованное применение лекарственных веществ (допингов).	Токсические эффекты, суммирование, потенцирование или антагонизм в их действии на организм.	Снижена. Отмена лишних препаратов, борьба с токсическими эффектами допингов.
Применение фармакологических препаратов, ингибирующих обмен веществ.	Нарушение транспорта электронов дыхательной цепи митохондрий, синтез АТФ и креатинфосфата.	Снижена. Отмена препаратов, снижающих физическую работоспособность, восстановление метаболизма.

1	2	3
Несбалансированное питание спортсменов. Снижение калорийности пищи.	Нарушение соотношений основных пищевых ингредиентов, дисбаланс белков, жиров, углеводов, электролитов, микроэлементов и витаминов.	Снижена. Коррекция питания спортсменов в соответствии с энергетическими затратами и фазой тренировочного цикла.

Как видно из таблицы, к факторам, лимитирующим работоспособность спортсменов, относятся самые различные органические и функциональные состояния, которые сопровождаются недостаточностью метаболитов, кислорода, изменением кислотно-щелочного равновесия, иммуноглобулинов и компонентов комплемента, недостаточностью антиоксидантной системы, снижающей работоспособность.

Таким образом, любой фармакологический препарат, рекомендуемый врачом, должен соответствовать определенной графе таблицы. Так, например, антиоксиданты, иммуномодуляторы и макроэргические фосфаты расположены в различных графах. Целесообразно создавать комбинированные препараты, которые влияют сразу на несколько факторов, лимитирующих работоспособность и восстановление.

Обеспечение этапов подготовки спортсменов

С точки зрения фармакологического обеспечения подготовки спортсмена к соревнованиям удобно выделить подготовительный, базовый и предсоревновательный периоды.

Подготовительный период

Основной задачей фармакологического обеспечения на подготовительном этапе является подготовка к восприятию интенсивных физических и психоэмоциональных нагрузок.

В фармакологическом аспекте эта задача решается следующими препаратами, представленными в таблице 4.

Таблица 4

*Недопинговые биологически активные вещества,
применяемые в подготовительный период*

<i>Виды спорта</i>	<i>Витамины</i>	<i>вещества Энергодающие</i>	<i>Адаптогены</i>	<i>Ноотропы</i>	<i>Антиоксиданты</i>	<i>Иммуномодуляторы</i>
Циклические	**	**	*		**	*
Скоростно-силовые	**	**	**			
Спортивные единоборства	*	*	*	**		
Сложнокоординационные и сложнотехнические	*	*	*	**		
Игровые	**	**	**	**	*	*

Поливитаминовые комплексы, такие, как компливит, аэровит, глутамевит, супрадин, центрум, витрум и другие, являются специализированными препаратами, содержащими, наряду с комплексом витаминов, сбалансированный микроэлементный состав, поэтому их применение именно в подготовительном периоде является наиболее предпочтительным, способствует нормализации течения биохимических реакций в организме.

Прием женьшеня, элеутерококка и других способствует ускорению адаптации к тяжелой физической нагрузке и нормализации функционального состояния систем и органов. Прием адаптогенов следует начинать за 3—4 дня до начала тренировки.

Витамины А и Е (либо порознь, либо совмещенные в препарате «Аевит») способствуют стимуляции окислительно-восстановительных процессов и синтезу некоторых гормонов.

Витамин С (например, облепиха с медом) применяют для ускорения адаптации к физическим нагрузкам.

С целью нормализации обмена веществ назначают следующие препараты: рибоксин, инозин, эссенциале, гепатопротекторы. Для создания благоприятного базового тренировочного фона рекомендуются препараты железа: Ферро-і-плекс, Конферон, Актиферрин и др.

Успокаивающие и снотворные средства используют во второй половине этого периода для предотвращения и лечения синдрома перенапряжения центральной нервной системы после значительных психоэмоциональных нагрузок. Можно использовать корни валерианы (настойка, драже), настой пустырника, нейробутал, оксibuтират натрия (по 1—3 столовых ложки 5-процентного раствора за 30—40 минут до сна), мебикар и некоторые другие успокаивающие препараты.

Непосредственно на тренировке используют принцип углеводного насыщения (энергетическое пополнение).

Диета должна быть богата углеводами и жирами (ненасыщенными). В меньшей степени это относится к белкам. Абсолютно необходимо присутствие в диете свежих фруктов и овощей, соков и продуктов повышенной биологической ценности. Особое внимание следует обратить на вес спортсмена, который в этот период не должен превышать обычного, так называемого «боевого», более чем на 2—3 килограмма. Во второй половине периода рекомендуется прием иммуномодуляторов, предпочтительно неспецифических, таких, как мумие, мед с пергой, цветочная пыльца, энзимы.

Базовый период

Целями и задачами этого периода являются:

- вывести на максимальные объемы общую и специальную работоспособность;
- уменьшить воздействие неблагоприятных факторов тренировочного процесса на внутренние органы;
- не допустить перетренировки;
- создать оптимальный мышечный объем без ущерба для выносливости и скоростных качеств;
- осуществлять коррекцию психостатуса.

Базовый этап подготовки характеризуется значительным объемом и интенсивностью тренировок, поэтому в этот период приходится принимать наибольшее количество препаратов (табл. 5).

Таблица 5

*Недопинговые биологически активные вещества,
применяемые в базовый период*

<i>Виды спорта</i>	<i>Препараты пластического действия</i>	<i>вещества Энергодающие</i>	<i>Витамины</i>	<i>Ноотропы</i>	<i>Антиоксиданты</i>	<i>Антигипоксанты</i>	<i>Иммуномодуляторы</i>	<i>Адаптогены</i>
Циклические	**	**	***	**	**	*	**	**
Скоростно-силовые	**	***	**	*	*		*	**
Спортивные единоборства	*	*	*	***	*		*	*
Сложнокоординационные и сложнотехнические		*	*	**			*	**
Игровые	*	**	**	**	*	*	**	**

Продолжается прием витаминов, хотя целесообразно сделать 8—10-дневный перерыв в курсовом приеме поливитаминных комплексов, а если есть возможность, то начать принимать новый витаминный препарат.

Из индивидуальных витаминов целесообразно назначение кобамамида и комплекса витаминов группы В, что способствует усилению синтеза и предот-

вращению распада мышечных белков. Обязателен прием витамина В₁₅ сразу же после тренировки.

Для предупреждения срыва адаптации к физической нагрузке и предотвращения перетренировки — спортивной болезни — рекомендуется назначение препаратов, обладающих антиоксидантными, антигипоксантами свойствами; сосудистых средств и средств, улучшающих реологические свойства крови; янтарную кислоту, стимул для снижения уровня молочной кислоты; седативные средства (валериана).

Необходим прием препаратов, способствующих синтезу АТФ, стимуляции процессов клеточного дыхания. Действие антигипоксантов повышает эмоциональную устойчивость и физическую работоспособность.

В период развивающихся физических нагрузок рекомендуется прием препаратов, регулирующих пластический обмен, то есть стимулирующих синтез белка в мышечных тканях, способствующих увеличению мышечной массы, уменьшающих явления дистрофии в сердечной мышце. К этой группе препаратов относят: элькар, милдронат, кобамамид, калия оротат (за счет оротовой кислоты), левзею, экдистен и некоторые другие.

Во время базового этапа подготовки также рекомендуется назначение гепатопротекторов, прием рибоксина (инозина), актовегина.

Ноотропы применяются для того, чтобы при максимальной нагрузке, характерной для этого периода, сохранялась структура наработанных динамических стереотипов, то есть не «ломалась техника». Психотропные средства — по рекомендации психолога.

Прием иммуномодуляторов в этот период является необходимым условием предотвращения срыва иммунной системы.

Диета имеет белково-углеводную направленность. Белок должен быть полноценным, сбалансированным по аминокислотному составу, легкоусвояемым. Количество белка, принимаемого дополнительно, не должно превышать

25—40 граммов в день (в пересчете на чистый протеин). Необходимы незаменимые в любом виде аминокислоты.

Предсоревновательный период

Цель этого периода состоит в подводке к соревновательному режиму.

В этот период отмечено значительное сокращение количества применяемых фармакологических средств (табл. 6).

Таблица 6

Недопинговые биологически активные вещества, применяемые в предсоревновательный период

<i>Виды спорта</i>	<i>Адаптогены</i>	<i>Витамины</i>	<i>вещества Энергодающие</i>	<i>Препараты пластического действия</i>	<i>Ноотропы</i>	<i>Антиоксиданты</i>
Циклические	**	*	*	**	*	*
Скоростно-силовые	***	**	***	**	*	
Спортивные единоборства	*	*	*	*	*	*
Сложнокоординационные и сложнотехнические	**	*	*		*	
Игровые	**	**	**	*	*	

В предсоревновательный период рекомендуется снизить прием поливитаминов до 1—2 таблеток в день (по возможности лучше сменить применяемый комплекс). Для предотвращения падения мышечной массы и с целью регуляции обмена углеводов и жиров целесообразно назначение адаптогенов, обладающих анаболическим действием (левзея). Из индивидуальных витаминов рекомендуется витамин Е.

В начале предсоревновательного периода можно рекомендовать милдронат, элькар, янтарную кислоту, сукцинат натрия и др. Дозировка не должна пре-

вышать половинной дозы базового периода. За 5—7 дней до соревнований эти препараты должны быть отменены.

Во второй половине предсоревновательного периода (за 8—10 дней до старта) рекомендуется прием адаптогенов и энергетически насыщенных препаратов: фосфадена, фосфокреатина, неотона и др. Если адаптогены способствуют ускорению процессов адаптации к изменяющимся физическим нагрузкам и условиям среды, а также ускорению процессов восстановления, то энергонасыщенные продукты позволяют создать «энергетическое депо», способствуют синтезу АТФ и улучшению сократительной способности сердечной мышцы и скелетной мускулатуры.

Направленность диеты в этот период подготовки преимущественно углеводная, причем наиболее целесообразно потребление фруктозы. Американские врачи рекомендуют следующий способ углеводного насыщения: за 10—12 дней до старта начинают снижать потребление углеводов, доводят их к пятому дню до минимума, а затем плавно увеличивают количество потребляемых углеводов до максимума в день старта.

Что касается девушек, то довольно часто день главного старта приходится на дни менструации. Несколько отсрочить срок ее наступления (на 2—3 дня) может прием аскорутин по 1 таблетке 3 раза в день за 10—14 дней до менструации.

Восстановление организма

Процессам восстановления организма не всегда уделяется должное внимание. Спортсмен, как правило, после окончания соревнований или игрового сезона бывает предоставлен сам себе. Этого нельзя допускать, так как спортивная «карьер» текущим сезоном не заканчивается. То свободное время, которое появилось после окончания тренировочного и соревновательного процессов,

необходимо использовать для лечебных и диагностических мероприятий, лечебной физической культуры, физиотерапии.

Восстановление организма предполагает срочное восстановление и восстановление после соревнований и после игрового сезона.

Срочное восстановление организма должно начинаться сразу же после окончания физической нагрузки и включать в себя:

- пополнение запасов энергии (углеводы);
- ликвидацию кислородной задолженности;
- срочную ликвидацию лавинообразного нарастания количества свободных радикалов;
- психологическую разгрузку.

Восстановление после соревнований или игрового сезона включает:

- выведение продуктов метаболизма из организма;
- восстановление, реабилитацию, лечение перенапряжения различных органов и систем;
- окончательное залечивание травм;
- психосоматическую реабилитацию.

Во время восстановления организма спортсменам, в зависимости от того, каким видом спорта они занимаются, рекомендуется применение биологически активных веществ, представленных в таблице 7.

Таблица 7

*Применение спортсменами недопинговых биологически активных веществ
во время восстановления организма*

<i>Виды спорта</i>	<i>Витамины</i>	<i>Энергодоящие вещества</i>	<i>Адаптогены</i>	<i>Антиоксиданты</i>	<i>Антигипоксиканты</i>	<i>Иммуномодуляторы</i>
Циклические	*	**	*	*	*	*
Скоростно-силовые	*	***	**			
Спортивные единоборства	*	*	*			
Сложнокоординационные и сложнотехнические	*	*	**			
Игровые	*	**	*			

Следует учитывать также, что с целью повышения адаптации организма спортсмена к нарастающей физической нагрузке применение недопинговых биологически активных веществ должно осуществляться последовательно (табл. 8).

Таблица 8

Последовательное применение недопинговых биологически активных веществ, повышающих адаптацию к нарастающей физической нагрузке

<i>Недели цикла</i>	<i>Адаптогены</i>	<i>Витамины</i>	<i>Энергодоящие вещества</i>	<i>Препараты пластического действия</i>	<i>Ноотропы</i>	<i>Антиоксиданты</i>
1	+	+	-	+	-	-
2	+	++	-	+	.	-
3	+	++	-	+	-	-
4	+	+	+	+	+	+
5	++	+	+	++	+	+
6	++	+	+	++	-	+
7	+	+	-	++	+	-
8	+	++	+	+	.	+
9	+	+	-	-	-	-
10	-	++	-	+	-	+

11	+	+	-	++	+	-
12	++	+	+	+	-	+
13	++	+	+	++	-	+
14	+++	++	+	+	+	+

При обнаружении функционального иммунодефицита используют иммуномодуляторы. Предполагается, что к 14-й неделе проводятся соревнования, а далее осуществляются восстановительные мероприятия по показаниям.

Рекомендованные недопинговые лекарственные средства могут использоваться в родственных видах спорта (табл. 9).

*Использование биологически активных веществ
в родственных видах спорта*

<i>Виды спорта</i>	<i>Адаптогены</i>	<i>Витамины</i>	<i>Энергодоящие вещества</i>	<i>действия Пласты-Препараты ческого</i>	<i>Ноотропы</i>	<i>Антиоксиданты</i>	<i>Иммуномодуляторы</i>	<i>Антигипоксанты</i>
Циклические	++	+++	++	++	–	++	+	+
Скоростносиловые	+++	++	+++	++	–	–	–	–
Спортивные единоборства	+	+	+	+	+++	–	–	–
Сложнокоординационные и сложнотехнические	++	+	+	–	++	–	–	–
Игровые	++	++	++	+	++	–	–	–

Ниже нами предлагается перечень биологически активных веществ — фармакологических препаратов (ФП) и биологически активных добавок к пище (БАД), которые ускоряют восстановление организма спортсмена, повышают его работоспособность и рекомендуются к применению.

Таблица 10

*Набор биологически активных веществ, ускоряющих восстановление
и повышающих работоспособность спортсменов
в основных родственных видах спорта*

<i>№ п/п</i>	<i>Препарат</i>	<i>Группа</i>	<i>Лекарственная форма, дозы, курсы</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1.	Витамин Е (капсулы), Сант-Бгал (драже) — ФП	В, АО, ИМ	капсулы, 30 шт.; (драже 150 мг), 100 шт.; по 3 капсулы (2 драже); 3—4 недели
2.	Витамин С — ФП (УПСАВИТ витамин С) — ФП	В, ИМ	по 500—1000 мг в день
3.	Супрадин Рош — ФП	В, ИМ, АО	по 1 капсуле в день; 4 недели
4.	Маринил — ФП	В, АО	по 1 капсуле в день; 3—4 недели
5.	Мультитабс 004 — ФП	В, АО, ИМ	таблетки по 100 шт. в упаковке; по 1—2 таблетки в день; 3—4 недели
6.	Компливит — ФП	В, АО, ИМ	таблетки по 60 шт. в упаковке;

			по 2 таблетки 1—2 раза в день; в течение 1 месяца
--	--	--	---

Окончание таблицы

1	2	3	4
7.	Олигогал-8Е — ФП	АО, ИМ, А	в капсулах по 30 шт. в упаковке; по 2 капсулы 1 раз в день; в течение 2—3 месяцев
8.	Женьшень настойка — ФП, биомасса — БАД	А, ИМ	настойка корня и «Биоженьшень»; по 20—30 капель 3 раза в день, настои, отвары, мельчайший порошок с медом; в течение 3—4 недель
9.	Родиола розовая (золотой корень)	А, АО, ИМ	жидкий экстракт; по 5—10 капель; в течение 30 дней
10.	Аралия маньчжурская (сапарал, сафинор) — БАД	А, АО, ИМ	настойка; по 30—40 капель в день; в течение 2—3 недель
12.	Левзея — БАД	А, АН, ИМ, АО	настойка; по 20 капель 3 раза в день; 1 месяц
13.	Элеутерококк, «Элеутерококк» — БАД	А, АО	настойка; по 40 капель или по 2 таблетки 3 раза в день; 3—4 недели
14.	Апивит — БАД	А, АО	по 1/2 чайной ложке 3 раза в день; 2—3 недели
15.	Элтон — БАД + Ноотропил — ФП	А, В, ИМ	по 2 таблетки 3 раза в день + 4 капли (Н); 1 месяц
16.	Леветон — БАД + Энцефалбол — ФП	А, В, ИМ, АН	по 2 таблетки 3 раза в день + 1 таблетка (Э); 4 недели
17.	Фитотон — БАД	А, В, ИМ, АН	по 2 таблетки 3 раза в день; 3 недели
18.	Адаптон — БАД	А, В, ИМ, АН	по 2 таблетки 3 раза в день; 4 недели
19.	Калия оротат — ФП	АН	0,5—2,0 г в сутки; 30—40 дней
20.	Метилурацил — ФП	АН	0,5—2,0 г в сутки; 20 дней
21.	Экдистен — ФП	АН, ИМ, АО	0,005—0,01 г в сутки; 15—20 дней
22.	L-карнитин — ФП	Э, АН, АО	4,0 г в день; 3 недели
23.	Аденозин-монофосфат — ФП	Э	0,025 г 2 раза в день; 3 недели
24.	Ноотон — ФП	Э	1 ампула за 40 минут до старта
25.	Панангин — ФП	Э	1 таблетка 3 раза в день; 1 месяц
26.	Милдронат — ФП	Э, АО	1 г за 1 час до соревнований
27.	Аковегин-форте — ФП	Э	3 драже 2 раза в день; 2—3 недели
28.	Липоевая кислота — ФП	ПП, АО	по 1 таблетке 3 раза в день; 20—30 дней
29.	Сукцинат натрия — ФП	Э	2 таблетки 2 раза в день; 3 недели
30.	Ноотропил — ФП	Н	4 капсулы 2 раза в день; 3 недели
31.	Пантокрин — ФП	А	по 20 капель 2 раза в день; 3 недели
32.	Пангематоген — ФП	А	по 1 капсуле 1 раз в день; 2 недели
33.	Валериана — БАД	А	по 2 таблетки 2 раза в день
34.	Девясил — БАД	А	по 1 таблетки 4 раза в день
35.	Легалон — ФП	ПП	по 1 таблетке или капсуле 2 раза в день; 3 недели
36.	Инфезол 40 — ФП	ВСО	Парэнтерально 100 мл
37.	Эссенциале — ФП	ПП	2 капсулы 3 раза в день; 4 недели
38.	ЦитохромЦ — ФП	АГ	В\м 4мл 1 неделю
39.	Феррум лек — ФП	Ж	В\м 4мл в сутки

Примечание. Принятые в таблице сокращения: А — адаптоген, В — витаминный препарат, Ж — препарат, Н — ноотропный препарат, Э — энергодающий препарат, АГ — антигипоксанта, АН — анаболический эффект, АО — анти-оксидант, содержащий железо, ВСО — корректор водно-солевого обмена, ИМ — иммуномодулятор, ПП — печеночный протектор.

Подводя итог, можно сказать, что наибольший удельный вес фармакологического обеспечения приходится на подготовительный и базовый периоды подготовки спортсмена. Назначение препаратов, которые действуют многосторонне, позволяет значительно снизить их количество. Грамотная, рациональная схема применения фармакологических препаратов на этапах подготовки способствует достижению рекордных кондиций.

Список рекомендуемой литературы

1. Агаджанян, Н.А. Адаптация и резервы организма. — М. : ФиС, 1983. — 176 с.
2. Кулиненко, О.С. Спорт: фармакологическая коррекция, допинг, питание // Труды Самарской областной федерации спортивной медицины. — Самара, 1999. — Т. 3. — С. 6—59.
3. Лекарства и БАД в спорте : практическое руководство для спортивных врачей, тренеров и спортсменов / Р.Д. Сейфулла, З.Г. Орджоникидзе и др. — М. : Литерра, 2003. — 320 с.
4. Сейфулла, Р.Д. Спортивная фармакология. — М., 1999. — 128 с.
5. Михайлов, С.С. Спортивная биохимия : учебник для вузов и колледжей физической культуры. — 2-е изд., доп. — М. : Советский спорт, 2004. — 220 с.
6. Таймазов, В.А. Биоэнергетика спорта / В.А. Таймазов, А.Т. Марьянович. — СПб. : Шатон, 2002. — 122 с.

Оглавление

Виды спорта и физические нагрузки	3
Энергетические основы движения	5
Соотношение между различными путями ресинтеза АТФ при мышечной работе	11
<i>Зоны относительной мощности мышечной работы</i>	12
Факторы, лимитирующие спортивную работоспособность	14
Обеспечение этапов подготовки спортсменов	18
<i>Подготовительный период</i>	18
<i>Базовый период</i>	20
<i>Предсоревновательный период</i>	22
Восстановление организма	24
Список рекомендуемой литературы	30

Учебно-методическое издание

**Биологически активные соединения
в тренировочном процессе**

Методические рекомендации

Авторы-составители

*Ериков Владимир Михайлович
Пунякин Алексей Константинович*

Редактор *Т.Н. Свитнева*

Технический редактор *О.С. Верецагина*

Подписано в печать 10.05.08. Поз. № 041. Бумага офсетная. Формат 60x84¹/₁₆.

Гарнитура Times New Roman. Печать трафаретная.

Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 2,8. Тираж 100 экз. Заказ №

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»
390000, г. Рязань, ул. Свободы, 46

Редакционно-издательский центр РГУ
390023, г. Рязань, ул. Урицкого, 22

