

БИБЛИОТЕЧКА ТРЕНЕРА

А.А. Николаев, В.Г. Семенов

РАЗВИТИЕ

ВЫНОСЛИВОСТИ

У СПОРТСМЕНОВ

СПОРТ



Бібліотечка тренера

Виктор Семенов

**Развитие выносливости
у спортсменов**

«Спорт»

2017

УДК 796.012
ББК 75.1

Семенов В. Г.

Развитие выносливости у спортсменов / В. Г. Семенов —
«Спорт», 2017 — (Библиотечка тренера)

ISBN 978-5-906839-72-5

Подготовка высококвалифицированных спортсменов – сложный и длительный процесс. Он немыслим без серьезных профессиональных знаний и обобщения передового практического опыта. В книге приводятся сведения о факторах, определяющих выносливость, причинах утомления при выполнении различных физических упражнений, способах оценки, средствах и методах развития выносливости, подробно рассматриваются вопросы, связанные с характеристикой и организацией тренировочных нагрузок. Для тренеров, специалистов, преподавателей, аспирантов, бакалавров и магистров высших учебных заведений физической культуры и спорта.

УДК 796.012
ББК 75.1

ISBN 978-5-906839-72-5

© Семенов В. Г., 2017
© Спорт, 2017

Содержание

Предисловие	6
Список сокращений	7
I. Общая характеристика выносливости	8
II. Основные факторы, определяющие выносливость	9
III. Утомление при физической работе	16
Циклические упражнения	18
Кратковременные ациклические упражнения скоростно-силовой направленности	21
Стандартные ациклические упражнения	22
Ситуационные ациклические упражнения	23
IV. Проявление выносливости в особых условиях внешней среды	24
Конец ознакомительного фрагмента.	26

Александр Николаев, Виктор Семёнов

Развитие выносливости у спортсменов

© А. А. Николаев, В. Г. Семёнов, 2017

© Издательство «Спорт», 2017

Предисловие

Весь комплекс важнейших факторов, определяющих процесс развития и совершенствования выносливости у спортсменов различной квалификации, продолжает оставаться в зоне особого внимания отечественных и зарубежных ученых и тренеров.

В многочисленных исследованиях убедительно показано, что педагогические структурно-избирательные средства, реализованные в объективных режимах физических нагрузок, обеспечивают эффективное развитие специфических механизмов регуляции метаболических и пластических процессов в организме, всецело отражающих специфику развития выносливости в избранном виде спортивной деятельности.

Показательно, что наиболее глубоко изучены вопросы, связанные с энергетическим обменом и вегетативными системами его обеспечения в условиях различной физической работы. Вместе с тем следует подчеркнуть, что в настоящее время предприняты исследования, связанные с новыми способами повышения выносливости. В частности, с гипоксическими средствами воздействия на организм спортсменов, особенно интервальной экзогенно-респираторной тренировки, основанной на активизирующем эффекте гипоксических режимов на силовые и окислительные свойства мышц, переключение двигательных единиц, механизмы перераспределения кровотока и местные сосудистые реакции, в целом обуславливающие повышение локальной мышечной выносливости.

Безусловно, на разных этапах эволюции спортивной тренировки существенный вклад в развитие средств и методов развития выносливости внесли тренеры-новаторы, подготовившие целую плеяду спортсменов высокого класса. Их новаторство в ряде случаев опережало развитие научной мысли и ставило перед учеными актуальные вопросы. Однако, к нашему большому сожалению, сменилось несколько поколений отечественных тренеров, и в настоящее время хроническое отставание российских спортсменов в видах спорта на выносливость свидетельствует о кризисе «тренерских концепций». Справедливости ради надо отметить, что значительно сократился выпуск литературы, посвященной актуальным вопросам спортивной тренировки. К тому же исчезли из печати такие уникальные издания, как книги серий «Спорт за рубежом» и «Система подготовки зарубежных спортсменов».

В этой связи профессиональное мастерство отечественных тренеров должно получить новый импульс развития. Настало время, когда, как выразился заслуженный тренер СССР и РФ В. В. Степанов, «отталкиваясь от старого, но вечного», следует приступить к обобщающему анализу и внедрению в практику результатов последних научных исследований и передового опыта лучших тренеров современности.

В этой связи в предлагаемой читателям книге предпринята попытка в доступной форме обобщить результаты многочисленных научных исследований и практического опыта работы ведущих тренеров, направленных на повышение выносливости. Выражаем надежду, что представленный материал будет способствовать углублению знаний и совершенствованию профессиональных навыков тренеров СШОР, ДЮСШ, СДЮСШОР, ШВСМ, центров олимпийской подготовки и спортивных клубов.

Список сокращений

- АТФ – аденозинтрифосфорная кислота
КрФ – креатинфосфат
МПК – максимальное потребление кислорода
АнП – анаэробный порог (раньше назывался порогом анаэробного обмена – ПАНО).
рН – водородный показатель – показатель концентрации ионов водорода в растворе, отражает кислотно-щелочное равновесие
ЧСС – частота сердечных сокращений
ЖЕЛ – жизненная емкость легких
СОК – систолический объем крови (иногда этот показатель называют ударным объемом крови)
МОК – минутный объем крови (иногда этот показатель называют сердечным выбросом)
ЭКГ – электрокардиография
ЭМС – электростимуляция мышц
МУН – метод углеводного насыщения
МУЦР – метод увеличения щелочного резерва
ИРРТ – интервальная резистивно-респираторная тренировка
ЦНС – центральная нервная система
БОССТ – биологически обоснованная система спортивной тренировки
ТАР – текущий адаптационный резерв организма

I. Общая характеристика выносливости

Выносливость – важнейшее физическое качество, необходимое каждому спортсмену. Выносливость в общем виде понимают как способность к длительному выполнению какой-либо деятельности, не снижая ее эффективности. Таким образом, выносливость проявляется в способности человека совершать работу с заданными параметрами в течение длительного времени в условиях неблагоприятных сдвигов внутренней среды организма.

Выносливость специфична, она проявляется при выполнении определенного вида деятельности. В научно-методической литературе встречаются термины, определяющие различные виды выносливости, в частности:

- статическая и динамическая выносливость, т. е. способность длительно выполнять соответствующую статическую или динамическую работу;

- локальная и глобальная выносливость – способность долго работать с участием небольшого числа мышц или за счет больших мышечных групп;

- силовая выносливость – способность многократного повторения движений, требующих проявления большой мышечной силы;

- скоростная выносливость – способность продолжительное время поддерживать высокую скорость движений;

- анаэробная и аэробная выносливость – способность длительно выполнять физическую работу с соответствующим характером энергообеспечения.

Исторически сложились понятия об общей и специальной выносливости. На наш взгляд, такое разделение по большей части умозрительно. Выносливость всегда специфична. Специфика той или иной физической работы накладывает отпечаток на взаимодействие механизмов энергообеспечения, экономизации и функциональной устойчивости организма. Иными словами, продолжительность выполнения каждого физического упражнения зависит от конкретных факторов и механизмов, имеющих место при выполнении данной работы. Исходя из этого, можно предположить, что видов выносливости столько, сколько существует видов спортивной деятельности, поэтому будем пользоваться только одним понятием «выносливость».

Существует и другой взгляд на выносливость. Считается, что выносливость – это способность противостоять утомлению, возникающему при выполнении физической работы. Подобный взгляд может оказаться полезным для тренера. Если понять причины утомления при выполнении конкретных физических упражнений, то легко представить характер тренировочной работы, направленной на развитие выносливости, необходимой для успешного выполнения данных упражнений.

II. Основные факторы, определяющие выносливость

Выносливость – комплексное физическое качество, проявление которого зависит от большого числа морфологических, биохимических, физиологических, биомеханических, психологических и педагогических факторов. Рассмотрим наиболее важные из них.

1. Состав мышц. Одним из важнейших факторов, определяющих выносливость человека, является состав (композиция) мышц. Каждая скелетная мышца человека состоит из мышечных волокон разного типа. Различают быстрые и медленные мышечные волокна. Они отличаются друг от друга размерами, цветом и свойствами.

Медленные мышечные волокна (тип I) небольшие по размерам и содержат мало сократительных элементов (миофибрилл), но много миоглобина, поэтому имеют темно-красную окраску. Их часто называют красными. Медленные мышечные волокна развивают небольшое усилие при сокращении, скорость их сокращения низкая. Они имеют обильное кровоснабжение, и утомление при физической работе развивается медленно. При работе медленные мышечные волокна используют аэробные механизмы энергообеспечения и, помимо остальных энергетических субстратов, могут использовать молочную кислоту как источник энергии, окисляя ее до углекислого газа и воды.

Быстрые мышечные волокна (тип II) более крупные и содержат большее количество сократительных элементов и относительно мало миоглобина, поэтому имеют светлую окраску (бледно-розовую). Их называют белыми. Быстрые мышечные волокна развивают большое усилие при сокращении, скорость их сокращения очень высокая, однако в таких волокнах быстро развивается утомление. Быстрые мышечные волокна не могут использовать молочную кислоту как источник энергии. Наоборот, они сами являются источником образования молочной кислоты.

Среди быстрых мышечных волокон выделяют два подтипа: окислительно-гликолитические и гликолитические. Гликолитические быстрые мышечные волокна (подтип II-B) способны к мощной и кратковременной работе. Однако уже через 20–25 с скоростной работы они утрачивают высокую работоспособность. Окислительно-гликолитические быстрые мышечные волокна (подтип II-A) уступают им по силе и скорости сокращения, но могут работать намного больше, используя как аэробные, так и анаэробные механизмы энергообеспечения.

Следовательно, для проявления выносливости при длительной работе необходимо большее число медленных мышечных волокон (тип I). В частности, в мышцах выдающихся стайеров обнаружено до 80 % медленных мышечных волокон. Для проявления выносливости на средних дистанциях желательно иметь большое количество быстрых окислительно-гликолитических мышечных волокон (подтип II-A), а для достижения высоких результатов в спринтерских дисциплинах необходимо соответствующее количество быстрых гликолитических мышечных волокон (подтип II-B). В мышцах выдающихся спринтеров отмечается до 80 % быстрых мышечных волокон.

Характерно, что соотношение волокон разного типа в мышцах определяется наследственными факторами, не зависит от пола и не поддается изменению в процессе спортивной тренировки. С возрастом количество быстрых мышечных волокон постепенно уменьшается. Появившиеся методы «генетического» воздействия на мышечную ткань не меняют тип мышечных волокон, они влияют только на сократительные элементы внутри каждого мышечного волокна.

2. Механизмы обеспечения мышечной работы энергией. Другим важнейшим фактором, определяющим выносливость, является мощность и емкость систем, обеспечивающих энергией мышечную работу.

Единственным источником для мышечных сокращений является АТФ. Её запасов в мышцах хватит всего лишь на 1–2 с интенсивной работы. Однако в мышцах, наряду с распадом АТФ, происходит ее обратный синтез (ресинтез). Ресинтез АТФ в мышцах осуществляется с помощью трех механизмов (энергетических систем):

- фосфагенной (креатинфосфатной);
- гликолитической (лактацидной);
- окислительной (кислородной).

Первые две системы – фосфагенная и гликолитическая – работают по анаэробному пути, третья (окислительная) – по аэробному. Мощность энергетических систем определяется максимальным количеством энергии (молекул АТФ), которое может синтезироваться в единицу времени. Емкость энергетических систем определяется максимальным количеством энергии (молекул АТФ), которое может синтезироваться за все время работы.

Фосфагенная энергетическая система. Известно, что ресинтез АТФ происходит в протоплазме мышечных клеток в непосредственной близости от сократительных волокон (миофибрилл) за счет другого высокоэнергетического соединения – креатинфосфата (КрФ). Конечными продуктами расщепления КрФ являются креатин и свободный фосфат. Данные вещества не снижают работоспособность мышц. Молочная кислота не образуется, поэтому такой механизм называют анаэробно-алактатным (без кислорода и образования молочной кислоты).

Фосфагенная энергетическая система обладает наибольшей мощностью по сравнению с другими системами. Емкость фосфагенной системы невелика, так как запасы АТФ и КрФ в мышцах весьма ограничены. Поэтому фосфагенная система играет решающую роль в энергообеспечении кратковременной работы, осуществляемой с максимально возможными по силе и скорости сокращениями мышц.

Полное восстановление запасов КрФ в мышцах происходит после окончания работы. Для этого требуется 2–5 л кислорода и несколько минут времени (не более 10).

Гликолитическая энергетическая система. В основе функционирования этой системы, обеспечивающей ресинтез АТФ и КрФ, лежит цепь биохимических реакций анаэробного расщепления углеводов, главным образом гликогена, запасенного в мышцах. В результате таких реакций образуются недоокисленные продукты, главным из которых является молочная кислота. Совокупность этих реакций называется гликолизом. Молочная кислота негативно влияет на работоспособность мышц. Такой механизм называют анаэробно-лактатным (без кислорода, но с образованием молочной кислоты).

Мощность гликолитической энергетической системы в три раза уступает мощности фосфагенной системы, однако ее емкость в 2–2,5 раза выше, чем емкость последней.

Гликолиз начинается в первые секунды работы, но своего максимума достигает лишь через 30–40 с. Гликолитическая энергетическая система является ведущей при выполнении интенсивной мышечной работы продолжительностью от 20 с до 5 мин.

Полная нейтрализация всей молочной кислоты происходит после окончания работы. Для этого требуется 10–15 л кислорода и до 3 ч времени.

Кислородная энергетическая система. При непрерывном поступлении кислорода в митохондриях мышечных волокон действует кислородная энергетическая система. Для ресинтеза АТФ и КрФ в данном случае используются гликоген, глюкоза и свободные жирные кислоты. В мышечных волокнах имеются небольшие запасы кислорода, связанного с миоглобином. Поэтому для обеспечения работы данной энергетической системы необходимо

бесперебойное поступление кислорода в мышечные волокна из крови. Конечными продуктами данной системы являются углекислый газ и вода.

Поступление кислорода в мышечные волокна обеспечивает своеобразный «кислородный конвейер», состоящий из дыхательной и сердечно-сосудистой систем, а также самой крови (рис. 1). Поэтому на эффективность работы кислородной энергетической системы влияют не только запасы энергетических субстратов (углеводов и жиров), но и качество работы многих систем организма. Для оценки работы «кислородного конвейера» чаще всего учитывают величину МПК и способность организма удерживать длительное время потребление кислорода на высоком уровне.

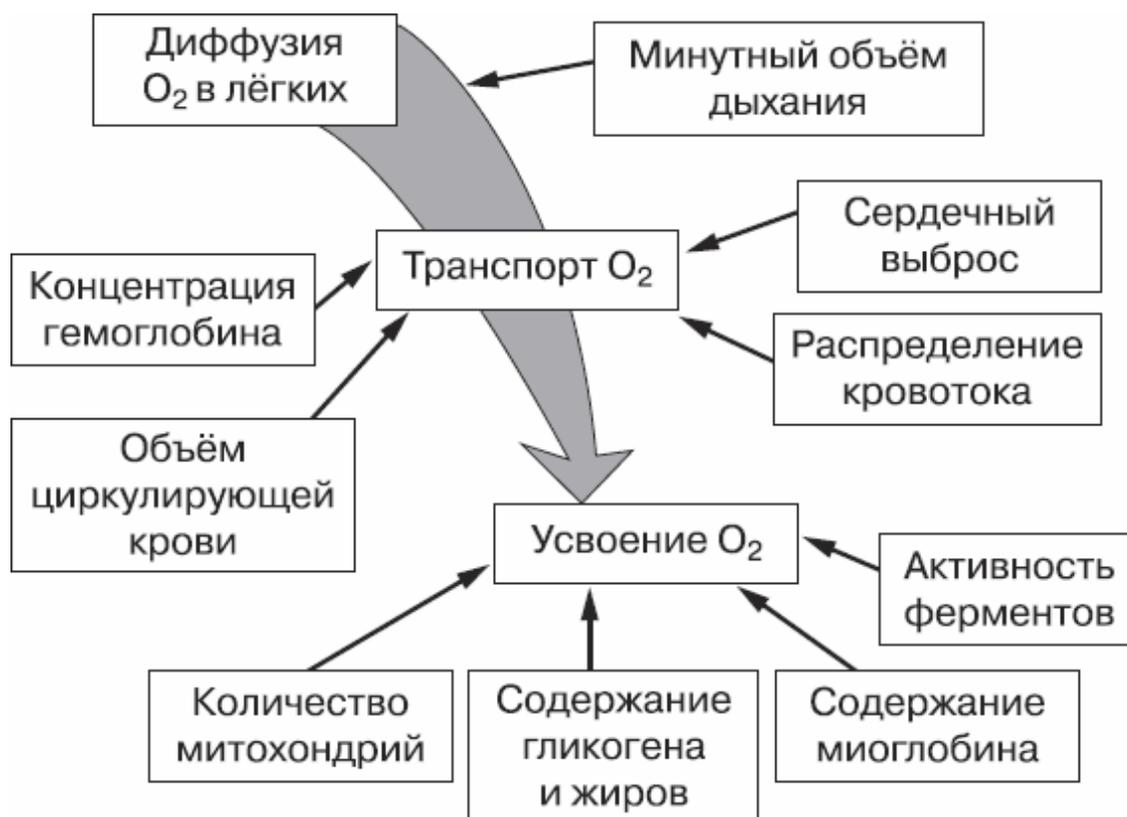


Рис. 1. Схема «кислородного конвейера»

Мощность кислородной энергетической системы уступает мощности фосфагенной системы в 4 раза при окислении углеводов и в 8 раз – при окислении жиров. Емкость кислородной энергетической системы превышает емкость фосфагенной системы в 150–160 раз при окислении углеводов и в 10 000–12 000 раз – при окислении жиров. Поэтому работоспособность мышечного аппарата может поддерживаться кислородной энергетической системой длительное время.

Соотношение трех систем энергообеспечения при мышечной работе показано на рисунке 2.



Рис. 2. Соотношение систем энергообеспечения при мышечной работе

Мощность и емкость энергетических систем повышаются при использовании соответствующих методов тренировки.

3. Кислородный долг. На продолжительность и эффективность физической работы может оказывать влияние наличие и скорость нарастания кислородного долга. Кислородный долг возникает в случае несоответствия кислородного запроса и фактического потребления кислорода во время физической работы.

Кислородный запрос – количество кислорода, необходимое для выполнения работы. В зависимости от мощности физической работы кислородный запрос может составлять от нескольких сот миллилитров до 40 л кислорода в пересчете на минуту. Потребление кислорода у наиболее тренированных спортсменов в зависимости от вида спорта колеблется в пределах от 3,5 до 6 л/мин у мужчин и от 2,5 до 4,5 л/мин у женщин. Только у отдельных выдающихся спортсменов МПК способно превышать эти цифры. Кроме того, потребление кислорода может достигнуть максимума через несколько минут после начала работы.

Все это приводит к тому, что при выполнении многих физических упражнений возникает кислородный долг. Этот долг вызывает дефицит кислорода в организме спортсмена, что негативно сказывается на работоспособности всех органов и отдельных клеток.

4. Устойчивость организма. Важнейшим фактором, определяющим выносливость, является устойчивость всех систем организма, и в первую очередь ЦНС, к неблагоприятным изменениям, возникающим во время физической работы. К числу подобных изменений можно отнести:

- сдвиг рН в кислую сторону (ацидоз). Даже небольшой сдвиг рН внутренней среды организма в кислую сторону затрудняет работу всех клеток, особенно нервных;
- дефицит кислорода и избыток углекислого газа, что затрудняет деятельность всех клеток;

- истощение энергетических ресурсов организма. Особенно опасно истощение запасов углеводов, так как нервные клетки использовать жиры в качестве источника энергии не могут;

- нарушение водно-солевого баланса, что затрудняет протекание процессов возбуждения в клетках;

- повышение температуры тела выше 40 °С неблагоприятно сказывается на работоспособности всех органов и может привести к потере сознания (тепловой удар).

5. Техника спортивных движений. Важным фактором, определяющим выносливость, является техника спортивных движений, что выражается в их эффективности и экономичности. Значение данного фактора велико, так как от эффективности и экономичности движений зависит количество энергии и кислорода, необходимых для выполнения мышечной работы, а также характер и глубина неблагоприятных изменений, возникающих во время физической работы.

Эффективность и экономичность движений регулируется центральной нервной системой (ЦНС). Для этого используются четыре механизма:

- регуляция числа активных мышечных волокон;
- регуляция режима их работы;
- синхронизация (временная связь) их работы;
- координация работы мышц-антагонистов и мышц-синергистов.

Эффективность регуляции активности мышечных волокон заключается в строгом соответствии числа работающих мышечных волокон величине усилия, развиваемого мышцей в каждой фазе движения. Иными словами, для обеспечения заданного усилия необходимо задействовать определенное количество мышечных волокон. Остальные волокна должны быть расслаблены. Кроме того, при длительной работе необходимо добиться подключения (рекрутирования) разных мышечных волокон.

Например, спортсмену необходимо длительное время выполнять мышечные усилия, равные 20 % от максимального. Для достижения высокой эффективности и экономичности движений требуется добиться, во-первых, вовлечения в работу только 20 % мышечных волокон данной мышцы (пятая часть) и, во-вторых, постоянного обновления работающих волокон. Идеальный вариант состоит в том, что каждое мышечное волокно является активным только при выполнении одного из пяти движений.

Большое значение имеет и режим работы мышечных волокон. Режим работы волокон определяется числом нервных импульсов, поступающих к мышце. Дело в том, что усилие, развиваемое мышцей, зависит от частоты нервных импульсов и достигает максимальной величины только при оптимальной частоте. Изменение частоты нервных импульсов в сторону увеличения или уменьшения приводит к снижению мышечного усилия.

Важно также, чтобы мышечные волокна сокращались синхронно (одновременно). В таком случае мышечное усилие будет наибольшим. Если мышечные волокна будут сокращаться асинхронно (через некоторые промежутки времени), то суммарная величина мышечного усилия снижается.

Рассмотренные выше три механизма регуляции работы мышечных волокон объединяются в понятие «внутримышечная координация». Важна также и межмышечная координация, т. е. взаимосвязанная работа мышц-антагонистов и мышц-синергистов.

Кроме того, эффективность и экономичность движений зависит от умения включать в структуру движений «не мышечные» факторы. Например, силу инерции движения и силу упругости, возникающую при деформации спортивного инвентаря.

Таким образом, эффективность спортивной техники следует оценивать не только по внешним проявлениям, но и характеру внутримышечной и межмышечной координации.

Добиться эффективной и экономичной спортивной техники можно только в результате длительных и целенаправленных тренировок.

6. Эффективность работы системы терморегуляции. Еще один важный фактор, определяющий выносливость, – эффективность функционирования системы терморегуляции, необходимой для поддержания в оптимальных пределах температуры тела. КПД работы мышц невысокий: в самых выгодных условиях не превышает 30–32 % (медленная ходьба). Это значит, что остальная часть энергии при работе мышц выделяется в виде тепла. Следовательно, при длительной работе в двигательном аппарате образуется большое количество тепла, которое с током крови разносится по всему организму. Температура тела повышается и может достигнуть опасных значений (вплоть до 42 °С). Для предотвращения повышения температуры тела при длительной работе до опасных значений должна сформироваться эффективная система терморегуляции.

Система терморегуляции объединяет механизмы теплообразования и теплоотдачи. При длительной работе главная роль принадлежит механизмам теплоотдачи. Отдача тепла в организме человека осуществляется за счет трех механизмов:

- проведение тепла при непосредственном контакте тела с одеждой, частицами воздуха или воды;
- излучение тепла в окружающее пространство за счет инфракрасного излучения;
- испарение влаги (пота) с поверхности тела.

При длительной работе в наземных условиях главная роль в теплоотдаче принадлежит потоотделению, при плавании – проведению тепла (потоотделение в воде практически полностью угнетается). Поэтому для совершенствования механизмов теплоотдачи целесообразно подбирать соответствующие упражнения и режимы работы, необходимый инвентарь и одежду, а также условия тренировки.

7. Психологические особенности. Утомление, связанное с длительным выполнением физических упражнений, приводит к изменениям не только в вегетативной и двигательной системах, но и психической сфере. Поэтому на проявление выносливости определенное влияние оказывает состояние психики спортсменов.

Длительность работы до снижения ее интенсивности и качества можно разделить на две фазы. Первая фаза – работа до появления чувства усталости, которое может свидетельствовать о наступлении состояния утомления. Вторая фаза – работа на фоне усталости за счет дополнительных волевых усилий, позволяющих какое-то время поддерживать заданные интенсивность или качество работы.

Соотношение этих фаз у разных людей различно: у лиц со слабой нервной системой первая фаза длиннее, чем вторая, у лиц с сильной нервной системой наоборот. Волевое напряжение, за счет которого сохраняются интенсивность и качество работы, является общим психическим компонентом для всех проявлений выносливости.

Проявление выносливости зависит также от мотивации спортсмена. Например, соревновательный мотив, особенно командный (групповой), значительно увеличивает проявление выносливости некоторых спортсменов.

Одной из серьезных проблем, с которой спортсмены постоянно встречаются на тренировочных занятиях, особенно при выполнении упражнений, связанных с развитием выносливости, является монотонность – однообразие тренировочных упражнений (монотония). В большей степени монотония характерна для тренировочной деятельности марафонцев, стайеров, лыжников, конькобежцев, пловцов, гребцов, штангистов, велосипедистов. К этому же приводит недостаточная эмоциональная насыщенность занятий, бедность впечатлений, получаемых спортсменом от тренировочных занятий. Поэтому при развитии выносливости важны устойчивость спортсмена к монотонии и разнообразие тренировочных заданий.

В итоге можно констатировать, что проявление выносливости при физической работе есть результат взаимодействия двух функциональных систем:

- системы, обеспечивающей высокую работоспособность двигательного аппарата – условно моторный потенциал;
- системы, обеспечивающей сохранение постоянства внутренней среды (гомеостаза) – условно адаптационный резерв.

Проявление выносливости зависит от эффективности взаимодействия различных систем организма (нервно-мышечного аппарата, кровообращения, дыхания, терморегуляции, выделения, пищеварения). Главная же роль в проявлении выносливости принадлежит ЦНС, деятельность которой определяет эффективность и экономичность движений, а также взаимодействие систем, снабжающих рабочие мышцы энергией и кислородом, и систем, обеспечивающих сохранение постоянства внутренней среды.

На наш взгляд, тренерам будет полезно знать, какие изменения возникают в различных органах при длительной и систематической тренировке, направленной на развитие выносливости. Специализированная тренировка на развитие выносливости к работе аэробного характера приводит к следующим изменениям в организме:

- **система внешнего дыхания** – увеличивается ЖЕЛ, увеличиваются размеры и подвижность грудной клетки, повышается сила дыхательной мускулатуры, уменьшается толщина стенок легочных альвеол, повышается диффузионная способность легких;

- **сердечно-сосудистая система** – увеличивается толщина стенок сердца, возрастает сила сердечных сокращений, увеличиваются максимальные величины ЧСС, СОК и МОК, повышается способность клеток сердца утилизировать лактат, увеличивается внутренний диаметр кровеносных сосудов, формируются механизмы перераспределения кровотока, увеличивается скорость движения крови по сосудам;

- **система крови** – увеличивается объем циркулирующей крови, повышается содержание гемоглобина и кислородная емкость крови;

- **двигательный аппарат** – увеличивается содержание в мышцах АТФ, КрФ, миоглобина и гликогена; повышается количество митохондрий в мышечных клетках, растет активность ферментов, участвующих в окислительных реакциях, повышается способность медленных мышечных волокон утилизировать лактат, увеличивается количество функционирующих в мышцах капилляров; увеличивается толщина медленных мышечных волокон, незначительно возрастает количество медленных мышечных волокон;

- **ЦНС** – повышается кровоснабжение двигательных нервных центров, увеличиваются размеры нервных и нервно-мышечных синапсов, совершенствуются двигательный навык, внутримышечная и межмышечная координация.

Специализированная тренировка на развитие выносливости к работе анаэробного характера приводит к следующим изменениям в организме:

- **возрастает содержание в мышечных клетках АТФ, КрФ и гликогена, увеличивается толщина быстрых мышечных волокон, повышается емкость буферных систем крови, увеличивается устойчивость клеток организма (в первую очередь нервных) к сдвигу рН в кислую сторону (ацидоз).**

III. Утомление при физической работе

Выше уже отмечалось, что выносливость определяют и как способность противостоять утомлению. Утомление при выполнении физической работы – это временное снижение работоспособности двигательного аппарата, направленное на предотвращение чрезмерного истощения организма или отдельных его систем и опасных изменений внутренней среды организма.

Следует различать утомление и ощущение усталости. Ощущение усталости – субъективное явление, которое может свидетельствовать о приближении утомления. В противоположность ощущению усталости утомление – объективное явление, которое может быть зафиксировано различными способами.

Признаки утомления

Признаки утомления при выполнении различных физических упражнений весьма разнообразны. Однако можно выделить наиболее типичные:

- уменьшение силы мышечных сокращений;
- снижение скорости сокращений мышц;
- ухудшение способности мышц к расслаблению;
- снижение точности движений;
- изменение структуры двигательных действий;
- сокращение дополнительных мышц, не участвующих в данном движении;
- повышение относительных энергозатрат (в единицу времени) и кислородного запроса (количества кислорода, необходимого для работы);
- снижение количества кислорода, доставляемого к мышцам;
- повышение температуры тела.

Причины утомления зависят от характера упражнений. Однако следует учитывать, что утомление всегда носит комплексный характер, т. е. при выполнении любой физической работы причин утомления несколько, и они связаны с различными системами организма. При этом некоторые из них являются главными, а другие – второстепенными.

Для понимания механизмов развития выносливости тренерам целесообразно познакомиться с основными системами организма, которые могут вносить вклад в снижение работоспособности. К числу таких систем (звеньев) можно отнести скелетные мышцы, центральную нервную систему, железы внутренней секреции, вегетативные органы, нервно-мышечные синапсы.

Скелетные мышцы. Изменения в самих мышцах при напряженных физических упражнениях могут снижать их работоспособность. Среди подобных изменений следует назвать: во-первых, истощение энергетических ресурсов мышцы (запасы АТФ, КрФ, гликогена); во-вторых, нехватку кислорода (гипоксия); в-третьих, накопление в мышцах продуктов метаболизма (молочная кислота, кетоновые тела); в-четвертых, нарушение обмена кальция в мышечных волокнах.

Центральная нервная система. В ЦНС происходят многочисленные изменения, вызывающие утомление двигательного аппарата. Во-первых, следует назвать развитие запредельного торможения в двигательных нервных центрах. Данный вид торможения возникает в результате напряженной и длительной работы нервных центров. Поэтому снижается качество работы самих двигательных нервных центров, в результате чего наблюдается нарушение структуры двигательного навыка, ухудшение внутримышечной и межмышечной координации, снижение величины усилий и скорости движений, возникает скованность движений. Субъективно спортсмены воспринимают возникновение запредельного торможения

в двигательных нервных центрах как потерю управляемости мышц. Иными словами, спортсмены чувствуют «развал» техники движений, хотят ее исправить, но изменить ситуацию не могут. В таких случаях говорят: «мышцы перестают слушаться».

Во-вторых, важнейшей функцией ЦНС является координация работы остальных систем организма. Поэтому малейшие изменения в работе отдельных нервных центров негативно сказываются на координации работы всех систем организма, что неизбежно снижает работоспособность двигательного аппарата.

Железы внутренней секреции. Для обеспечения высокой работоспособности в некоторых видах спортивных упражнений требуется увеличенное количество определенных гормонов. В результате длительной и напряженной физической работы способность отдельных желез вырабатывать гормоны снижается. Из-за нехватки данных гормонов обменные процессы в мышцах нарушаются и работоспособность мышц также снижается.

Вегетативные органы. Системы вегетативного обеспечения мышечной работы – системы дыхания, кровообращения, крови, терморегуляции. Нарушения в деятельности данных систем организма приводят к снижению количества кислорода, доставляемого к мышцам, накоплению в организме продуктов метаболизма, повышению температуры тела. Указанные факторы негативно влияют на физическую работоспособность.

Нервно-мышечные синапсы. При выполнении напряженной физической работы через нервно-мышечные синапсы (место контакта нервов с мышечными волокнами) проводится большое количество импульсов. Проведение каждого импульса возбуждения требует определенного количества медиатора (вещества, передающего возбуждение от одной клетки к другой). Медиатором в нервно-мышечном синапсе служит ацетилхолин. При выполнении длительной и напряженной физической работы запасы ацетилхолина в синапсах могут истощаться, в результате чего снижается пропускная способность синапсов. Поэтому импульсы возбуждения с нервного волокна плохо проводятся к мышце, и сила мышечных сокращений снижается.

При развитии выносливости важно иметь представление об основных причинах утомления при выполнении спортивных упражнений.

Циклические упражнения

Причинами утомления при кратковременных упражнениях *предельной анаэробной мощности* (спринтерские упражнения продолжительностью 6–20 с) в первую очередь являются изменения в двигательных нервных центрах. Здесь развивается торможение по механизму запредельного. В напряженно работающих мышцах снижаются запасы АТФ и КрФ. При работе такой мощности нервно-мышечные синапсы функционируют на пределе своих возможностей. В результате в них уменьшаются запасы медиатора и снижается их пропускная способность. Кроме этого, в мышцах накапливается некоторое количество молочной кислоты, которая снижает их работоспособность.

Основными факторами и механизмами, определяющими предельное время работы в этих упражнениях, являются: способность ЦНС осуществлять эффективное управление мышцами, скоростно-силовые качества самих мышц (высокое содержание гликолитических быстрых мышечных волокон), мощность и емкость фосфагенной энергетической системы.

Период восстановления после таких упражнений непродолжителен. Полное восстановление занимает не более 30 мин. Раньше восстанавливаются двигательные функции (8–10 мин).

Причинами утомления при кратковременных упражнениях *околопредельной анаэробной мощности* (длинный спринт продолжительностью 20–50 с) также являются изменения в двигательных нервных центрах. При этих упражнениях происходит полное истощение фосфагенной энергетической системы, поэтому к энергоснабжению подключается гликолитическая энергетическая система. В результате в мышцах накапливается большое количество молочной кислоты, что негативно сказывается на их работоспособности.

Ведущие системы и механизмы, определяющие спортивный результат в этих упражнениях, те же, что и в упражнениях предыдущей группы, следует только добавить мощность гликолитической энергетической системы рабочих мышц.

Период восстановления более продолжителен. Полное восстановление занимает не более часа. Двигательные функции восстанавливаются быстрее (30 мин).

При выполнении упражнений *субмаксимальной анаэробной мощности* (продолжительностью 60–120 с) утомление наступает в первую очередь из-за накопления больших величин кислородного долга и молочной кислоты. Причем молочная кислота вместе с током крови разносится по всему организму и негативно влияет на работоспособность органов и систем. Кроме того, в ЦНС, так же как и при работе предельной мощности, развивается запредельное торможение. Развитие запредельного торможения в двигательных нервных центрах приводит к расстройству динамического стереотипа двигательных навыков и повышению относительных энерготрат. Имеет место и снижение запасов АТФ и КрФ в работающих мышцах.

Основные факторы и механизмы, определяющие предельное время работы при этих упражнениях – емкость и мощность гликолитической энергетической системы работающих мышц, устойчивость клеток (в первую очередь нервных) к сдвигу внутренней среды в кислую сторону, функциональные свойства нервно-мышечного аппарата (высокое содержание окислительных быстрых мышечных волокон), емкость фосфагенной энергетической системы.

Восстановление после выполнения упражнений субмаксимальной мощности затягивается на несколько часов. Кислородный долг ликвидируется до 3 ч после работы. Однако двигательные функции восстанавливаются раньше.

При выполнении упражнений большой мощности, предельная длительность которых находится в диапазоне 3–15 мин, наблюдаются предельные изменения в кислородтранспорт-

ной системе, достигается уровень максимального потребления кислорода (МПК). Поэтому такие упражнения еще называют упражнениями *максимальной аэробной мощности* (95–100 % МПК). Утомление наступает главным образом за счет развития запредельного торможения в двигательных нервных центрах, накопления больших величин кислородного долга и длительного функционирования важнейших вегетативных систем организма на уровне, близком к максимальному.

Предельное время работы при этих упражнениях определяют такие факторы и механизмы, как функциональные возможности кислородтранспортной системы (в первую очередь состояние сердечно-сосудистой системы и системы крови), возможности мышечных волокон утилизировать кислород, содержание гликогена в мышцах, емкость и мощность гликолитической энергетической системы работающих мышц, устойчивость организма к сдвигу внутренней среды в кислую сторону.

Восстановление организма в этом случае затягивается до суток. Двигательные и вегетативные функции восстанавливаются примерно в одинаковые сроки.

При выполнении упражнений *околомаксимальной аэробной мощности* с предельной длительностью в диапазоне 15–60 мин наблюдаются меньшие изменения в кислородтранспортной системе, и дистанционное потребление кислорода составляет 80–90 % от МПК. Утомление наступает за счет развития запредельного торможения в двигательных нервных центрах и длительного функционирования важнейших вегетативных систем организма на уровне, близком к максимальному.

Основными факторами и механизмами, определяющими предельное время работы при этих упражнениях, являются: возможности кардиореспираторной системы, процент содержания в мышцах медленных волокон, число кровеносных капилляров в мышцах, содержание гликогена и активность окислительных ферментов в мышечных волокнах, степень повышения температуры тела и потери воды во время работы.

Восстановление после выполнения подобных упражнений может продолжаться более суток. Двигательные и вегетативные функции восстанавливаются примерно в одинаковые сроки.

Циклические упражнения, предельная длительность которых находится в диапазоне 60–240 мин, можно охарактеризовать как упражнения *средней аэробной мощности*. Дистанционное потребление кислорода при такой работе колеблется (в зависимости от ее предельной длительности) от 55 до 80 % от индивидуального МПК. Утомление в первую очередь связано с развитием запредельного (охранительного) торможения в ЦНС, вызванного длительностью и монотонностью работы. Значительную роль в развитии утомления имеет истощение энергетических ресурсов организма, главным образом углеводов, нарушение водно-солевого баланса, повышение температуры тела.

Предельное время работы при этих упражнениях определяется такими факторами и механизмами, как возможности кардиореспираторной системы, процент содержания в мышцах медленных волокон, число кровеносных капилляров в мышцах, содержание гликогена и активность окислительных ферментов в мышечных волокнах, степень повышения температуры тела и потери воды во время работы.

Восстановление организма может занимать несколько суток. При этом двигательные функции восстанавливаются медленнее вегетативных.

Упражнения с предельной длительностью более 240 мин можно охарактеризовать как упражнения *малой аэробной мощности*. Потребление кислорода составляет обычно менее 50 % от МПК. Мышцы обеспечиваются энергией за счет окисления в равной степени жиров и углеводов.

Основными факторами и механизмами, определяющими развитие утомления при работе, продолжающейся более 4 ч, являются: истощение запасов гликогена в мышцах и

печени, снижение концентрации глюкозы в крови и уменьшение, таким образом, ее доставки к клеткам нервной системы, ухудшение эффективности терморегуляции, нарушение водно-солевого баланса.

Восстановление организма в таких случаях также затягивается на несколько суток. Двигательные функции восстанавливаются позже вегетативных.

Особое место в современном спорте занимают циклические упражнения *переменной мощности*. Такие упражнения характеризуются постоянным изменением мощности выполняемой работы, связанным либо с особенностями рельефа трассы (легкоатлетический кросс, лыжные гонки, велогонки на шоссе), либо с тактическими особенностями ведения спортивной борьбы. В связи с изменением мощности выполняемой работы меняется кислородный запрос и потребление кислорода.

При выполнении упражнений переменной мощности к развитию утомления могут приводить изменения в ЦНС. Развитие запредельного торможения в двигательных нервных центрах вызвано длительностью упражнений и постоянной сменой интенсивности работы; кроме того, происходит частая смена структуры движений. Все это требует напряженной работы многих нервных центров. При выполнении упражнений переменной мощности возможно накопление больших величин кислородного долга. Такие упражнения могут продолжаться длительное время, что способно вызвать истощение энергетических ресурсов организма, и в первую очередь углеводных.

Ведущие системы и механизмы, определяющие спортивный результат в этих упражнениях, связаны с механизмами регуляции мышечной деятельности, функциональными возможностями кислородтранспортной системы и способностью рабочих мышц утилизировать кислород, устойчивостью организма к нарушению постоянства внутренней среды.

Восстановление организма после выполнения упражнений переменной мощности затягивается на несколько суток. Двигательные функции восстанавливаются позже вегетативных.

Схожие функциональные изменения отмечаются у спортсменов и в других видах спортивной деятельности. Например, в спортивных играх и спортивных единоборствах.

Главными причинами развития утомления при выполнении *силовых упражнений* являются изменения в ЦНС. В двигательных нервных центрах развивается запредельное торможение. Это приводит к нарушению внутримышечной и межмышечной координации, что способствует снижению силы, скорости и мощности мышечных сокращений, повышению относительных энерготрат, нарушению структуры двигательных действий.

Ведущие физиологические системы и механизмы, определяющие спортивный результат в этих упражнениях, также связаны с механизмами регуляции мышечной деятельности, функциональными свойствами нервно-мышечного аппарата, емкостью и мощностью фосфагенной энергетической системы рабочих мышц.

Период восстановления непродолжителен. Полное восстановление всего организма занимает не более 30 мин. Быстрее восстанавливаются двигательные функции (8–10 мин).

Статические усилия очень утомительны. Можно выделить две основные причины развития утомления:

- развитие запредельного торможения в двигательных нервных центрах, что приводит к снижению мышечной силы;
- накопление молочной кислоты в мышцах.

Полное восстановление происходит в течение 30 мин, двигательные функции восстанавливаются быстрее (10–15 мин).

Кратковременные ациклические упражнения скоростно-силовой направленности

К этой группе упражнений относятся различные виды прыжков, метаний, тяжелоатлетические рывок и толчок. Характерной особенностью данных упражнений является наличие в структуре движений одного или нескольких акцентированных усилий большой мощности, сообщающих большую скорость движения всему телу или спортивному снаряду.

Причинами утомления при выполнении кратковременных ациклических упражнений скоростно-силовой направленности в первую очередь являются изменения в ЦНС (развитие запредельного торможения). Восстановительный период протекает быстро.

Стандартные ациклические упражнения

К этой группе относятся упражнения спортивной и художественной гимнастики, акробатики, фигурного катания, синхронного плавания и аналогичных видов спорта. Для них характерно объединение в непрерывную, строго фиксированную, стандартную цепочку различных движений. Каждое из движений является законченным самостоятельным действием и может осваиваться отдельно, а также входить как компонент в различные комбинации.

Причинами утомления при выполнении стандартных ациклических упражнений являются изменения в ЦНС, накопление кислородного долга, изменения в работе отдельных сенсорных систем. Восстановление протекает быстро.

Ситуационные ациклические упражнения

Данные упражнения включают спортивные игры, спортивные единоборства. Во время выполнения этих упражнений ситуация непредсказуемым образом меняется, и спортсмену приходится постоянно ее контролировать, выработать и корректировать программу двигательных действий, адекватных окружающей обстановке.

Причинами утомления при выполнении ситуационных ациклических упражнений являются изменения в ЦНС, накопление кислородного долга, изменения в работе отдельных сенсорных систем. Продолжительность восстановления может затягиваться на несколько суток и зависит от суммарных изменений в организме за время выполнения упражнений.

IV. Проявление выносливости в особых условиях внешней среды

Спортивная деятельность осуществляется в различных условиях внешней среды. При этом спортсмены нередко подвергаются воздействию ряда экстремальных факторов, что приводит к ухудшению их функционального состояния и снижению выносливости. На наш взгляд, тренерам, занимающимся развитием выносливости, необходимо иметь представление о влиянии температуры и влажности воздуха, а также атмосферного давления на проявление выносливости.

Напряженная и продолжительная физическая работа вызывает значительное увеличение энергозатрат, что приводит к повышению температуры тела (*рабочая гипертермия*) вплоть до опасных значений.

Как уже отмечалось выше, для предотвращения повышения температуры тела при длительной работе до опасных значений необходима эффективная работа системы терморегуляции, что зависит от условий внешней среды.

При повышении температуры окружающего воздуха теплоотдача путем проведения и конвекции резко снижается и возрастает за счет испарения пота. В свою очередь, усиленное потоотделение приводит к потере большого количества воды организмом – *дегидратации*. В результате снижается эффективность работы сердечно-сосудистой системы и уменьшается количество кислорода, доставляемого к мышцам. Одно из отрицательных последствий дегидратации – уменьшение объема плазмы крови. При рабочей дегидратации с потерей 4 % веса тела объем плазмы уменьшается на 16–18 %, затрудняя таким образом перенос кислорода кровью.

Одним из тяжелых последствий большой потери воды телом является уменьшение объема тканевой и внутриклеточной жидкостей. В клетках с пониженным содержанием воды и измененным содержанием электролитов нарушается нормальная жизнедеятельность. Это, в частности, относится к скелетным и сердечной мышцам, сократительная способность которых в условиях дегидратации может значительно снижаться.

Повышенная влажность воздуха серьезно затрудняет теплоотдачу путем испарения пота. Все это ведет к накоплению тепла в организме, создавая риск перегревания и даже тепловых ударов. Естественно, в таких условиях проявление выносливости затрудняется.

Таким образом, падение работоспособности спортсменов в условиях повышенной температуры и влажности воздуха может быть обусловлено снижением кислородтранспортных возможностей сердечно-сосудистой системы, дегидратацией организма и повышением температуры тела.

Потеря воды организмом за счет потоотделения при тренировках и соревнованиях в условиях жаркого климата может достигать 8–10 л в сутки. Кроме того, потеря воды происходит путем мочеотделения (около 1 л) и испарения с дыхательных путей (0,75 л).

Естественно, такие потери жидкости должны обязательно восполняться. По современным представлениям, дополнительный прием жидкости нужно осуществлять в достаточном количестве (с учетом величины потерь) дробными дозами, с добавлением минеральных солей и витаминов.

Если потери пота за сутки составляют в среднем до 3 л, то восполнение потерь солей полностью обеспечивается обычным пищевым рационом. При больших суточных потерях пота возникает потребность в специальном приеме солей из расчета: 4 л пота – 3–4 г в сутки, 5 л пота – около 10 г, 6 л пота – около 15 г.

После многодневной интенсивной тренировки в жарких условиях может наблюдаться дефицит ионов калия. Возможные последствия такого дефицита – снижение работоспособности скелетных мышц и сердца, уменьшение продукции пота, увеличение потерь воды и натрия с мочой, а также нарушение ресинтеза гликогена в мышцах после физической нагрузки. Поэтому пищевой рацион во время интенсивных тренировок в жарких условиях должен содержать достаточное количество калия.

Регулярное пребывание человека в условиях повышенной температуры и влажности воздуха, а также физические тренировки, направленные на развитие выносливости, приводят к *тепловой адаптации* (акклиматизации) организма, что характеризуется повышением выносливости в этих условиях. При подготовке к соревнованиям в жарком климате нужно проводить тренировки в аналогичных условиях за 10–14 суток.

В условиях пониженной температуры воздуха значительная часть энергии расходуется на теплопродукцию, и ее остается меньше на обеспечение мышечной работы. Потребность в кислороде в таких условиях повышается, а проявление выносливости снижается.

Для сохранения тепла в ядре тела теплоизолирующая оболочка увеличивается путем уменьшения кожного кровотока, что может приводить к обморожению отдельных участков кожи. При систематических тренировках в условиях пониженной температуры в организме происходит перестройка обменных процессов, при этом повышается потребность в жирах. Калорийность питания должна увеличиваться на 5 % при каждом снижении среднемесячной температуры воздуха на 10 °С. В организме уменьшаются запасы углеводов и увеличиваются запасы липидов. Содержание глюкозы в крови в состоянии покоя уменьшается до 100 мг% и ниже, что приводит к снижению выносливости. С падением температуры тела основной обмен увеличивается, возрастает активность щитовидной железы.

Регулярное пребывание человека в условиях пониженной температуры, а также физические тренировки, направленные на развитие выносливости в этих условиях, приводят к *холодовой адаптации*, что характеризуется повышением выносливости. При подготовке к соревнованиям в условиях низкой температуры нужно проводить тренировки в аналогичных условиях за 10–14 суток.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.