

**БИБЛИОТЕЧКА ТРЕНЕРА**

**А.А. Николаев, В.Г. Семенов**

**РАЗВИТИЕ**

**ВЫНОСЛИВОСТИ**

**У СПОРТСМЕНОВ**

СПОРТ



**Виктор Григорьевич Семенов  
Александр Александрович Николаев  
Развитие выносливости  
у спортсменов  
Серия «Библиотечка тренера»**

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=25280059](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=25280059)*

*А. А. Николаев, В. Г. Семёнов. Развитие выносливости у спортсменов:*

*Спорт; Москва; 2017*

*ISBN 978-5-906839-72-5*

### **Аннотация**

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.

# Содержание

Предисловие	5
Список сокращений	8
I. Общая характеристика выносливости	10
II. Основные факторы, определяющие выносливость	13
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 перераспре-

деления 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 приступать 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

МУЩР – метод увеличения щелочного резерва

ИРРТ – интервальная резистивно-респираторная тренировка

ЦНС – центральная нервная система

БОССТ – биологически обоснованная система спортивной тренировки



**TAP – 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 дан-

ных 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, мо-

гут 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 воло-

кон. 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 крат-



современной 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.

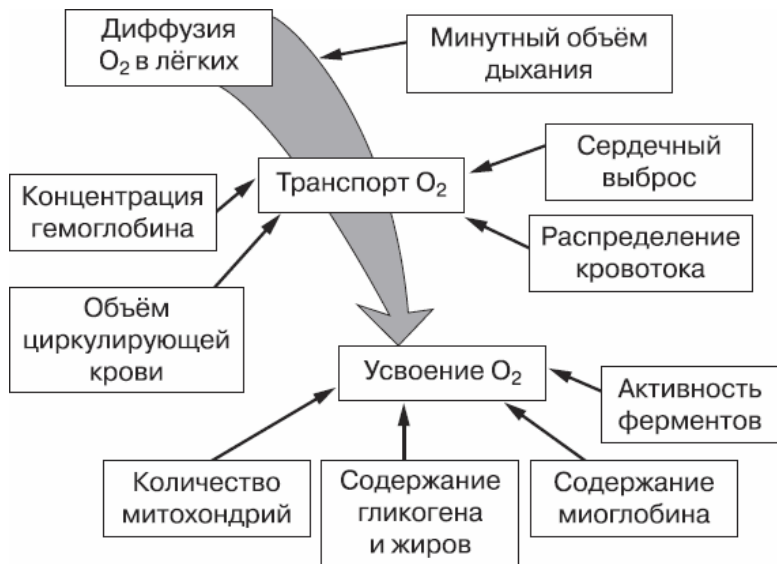
Гликолиз начинается в первые секунды работы, но своего максимума достигает лишь через 30–40 с. Гликолитическая энергетическая система является ведущей при выполнении интенсивной мышечной работы продолжительностью от 20 с до 5 мин.

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.

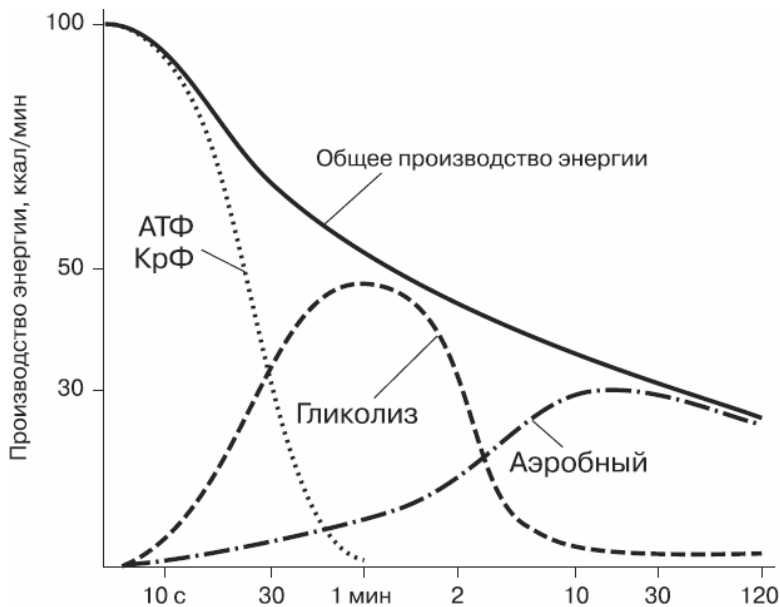
Поступление кислорода в мышечные волокна обеспечивает своеобразный «кислородный конвейер», состоящий из дыхательной и сердечно-сосудистой систем, а также самой крови (рис. 1). Поэтому на эффективность работы кислородной энергетической системы влияют не только запасы энергетических субстратов (углеводов 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 pH в кислую сторону (ацидоз). Даже небольшой сдвиг pH внутренней среды организма в кислую сторону затрудняет работу всех клеток, особенно нервных;
- дефицит кислорода и избыток углекислого газа, что за-

трудняет 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  $40^{\circ}\text{C}$  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 оставшаяся 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 °C). Для предотвращения повышения температуры тела при длительной работе до опасных значений должна сформироваться эффективная система терморегуляции.

# 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.