

# ВЛИЯНИЕ ТРЕНИРОВОЧНЫХ НАГРУЗОК НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Влияние тренировочных нагрузок на организм человека обычно рассматривается в двух планах, во внимание принимается либо действие одноразовой физической нагрузки, либо эффект долговременных регулярных тренировок. Одиночное физическое напряжение может вызвать в функционировании организма очень большие изменения, выражающиеся, к примеру, в увеличении интенсивности дыхания, частоты ударов сердца и потоотделении. Но эти сдвиги кратковременны – как дыхание и работа сердца, так и потоотделение быстро нормализуются во время восстановительного периода после нагрузки. Но аккумулятивное влияние отдельных нагрузок с долговременной определенной направленностью в процессе тренировки приводит к формированию относительно устойчивых изменений как в строении, так и в функционировании организма.

## ОБЪЕМ И ИНТЕНСИВНОСТЬ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Самыми важными признаками любой физической нагрузки, определяющими ее влияние на организм человека, являются объем и интенсивность.

Объем нагрузки характеризуется и измеряется, к примеру, затраченным на нагрузку временем (секунды, минуты, часы), длиной преодоленного расстояния (метры, километры), числом совершенных упражнений или общей суммой поднятых тяжестей (килограммы, тонны). Влияние физической нагрузки на организм человека зависит от ее объема и интенсивности.

Но интенсивность физической нагрузки имеет два аспекта: ее можно рассматривать по абсолютной или относительной шкале.

Интенсивность нагрузки по абсолютной шкале во многих случаях лучше всего характеризует скорость движения, идет ли речь о беге, плавании, велоспорте, лыжах или какой-нибудь другой аналогичной деятельности. Интенсивность упражнений отражает также количество проделанных повторений в единицу времени. К примеру, борец отрабатывает на манекене броски через грудь, если он совершит десять бросков в минуту, то интенсивность этого упражнения будет вдвое выше, чем с частотой пять бросков в минуту.

## ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ИНТЕНСИВНОСТЬ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Относительная интенсивность физической нагрузки выражается в процентах от способности максимального потребления индивидом кислорода. Постоянный доступ кислорода является для жизнедеятельности человеческого орга-

*Влияние физической нагрузки на организм человека зависит от ее объема и интенсивности*

**NB!**

низма неизбежным условием. Потребность организма в кислороде и его потребление в состоянии покоя составляет примерно 0,2–0,4 литра в минуту. При физическом напряжении, к примеру, во время бега, потребление кислорода увеличивается пропорционально абсолютной интенсивности работы (скорости бега) пока не достигает своего предела, который в зависимости от натренированности человека составляет от 2 до 6 литров в минуту (рис. 1).

Под максимальной способностью потребления кислорода МПК и подразумевается наибольшее количество кислорода в единицу времени, которое организм индивида может потребить во время физической работы, задействующей большие группы мышц. Относительная интенсивность работы 50% МПК означает, что при такой нагрузке потребление индивидом кислорода увеличится до 50 процентов от его максимальной способности потребления кислорода.

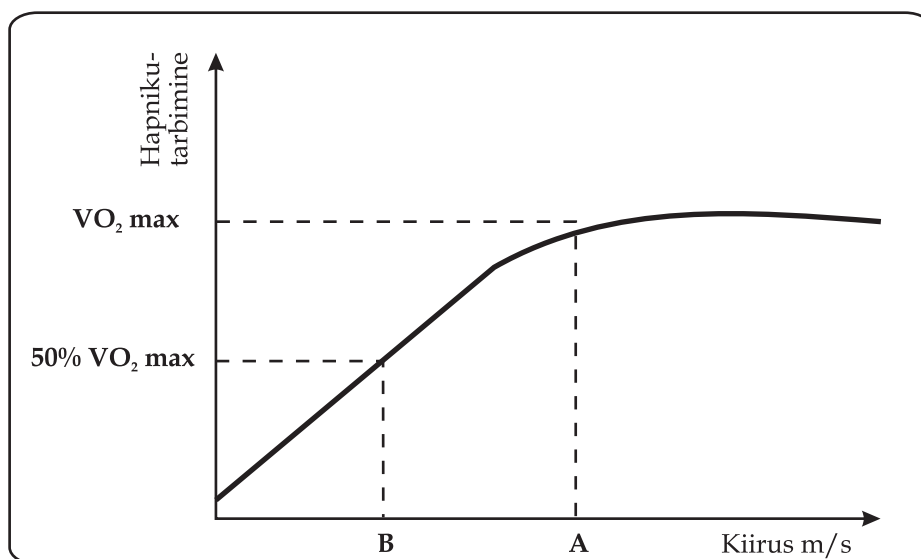


Рисунок 1. Максимальная способность потребления кислорода. Человеческий организм постоянно потребляет кислород. Во время физического напряжения потребление кислорода увеличивается пропорционально абсолютной интенсивности выполняемой работы. Но начиная с определенного уровня (A) при дальнейшем увеличении интенсивности работы потребление кислорода больше не увеличивается – человек достиг максимума способности потребления кислорода (МПК). Физическую нагрузку, соответствующую своему уровню МПК человек выдерживает короткое время, а на уровне 50% МПК (B) может работать очень долго

**Физическая нагрузка с определенной абсолютной интенсивностью может оказаться для хорошо натренированного спортсмена относительно скромным усилием, а для нетренированного человека – по присущей ему шкале относительной интенсивности – физической работой с очень высокой интенсивностью**

Интенсивность физической работы, выражаемая по относительной шкале, может достигнуть даже уровня 125% МПК и намного выше. Это объясняется обстоятельством, что скорость бега (интенсивность работы по абсолютной шкале) можно увеличивать еще после достижения максимума потребления кислорода, поскольку короткое время мышцы могут работать и в ситуации, когда потребность в кислороде заметно больше, чем количество кислорода, которое организм может напрямую потреблять во время физической работы.

## **ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ОРГАНИЗМА**

Реакцию человеческого организма на физическую нагрузку прежде всего определяет ее относительная, а не абсолютная интенсивность. Это легче понять, если сравнить, к примеру, марафонца высшего класса с человеком средней натренированности в воображаемом тренировочном эксперименте. Физическая нагрузка с определенной абсолютной интенсивностью может оказаться для хорошо натренированного спортсмена относительно скромным усилием, а для нетренированного человека – по присущей ему шкале относительной

интенсивности – физической работой с очень высокой интенсивностью. Если бы мы назначили им одинаковую интенсивность нагрузки по абсолютной шкале и скорость бега составила бы 5 м/с, то для бегуна с высокой тренированностью это стало бы сильной, но привычной нагрузкой, с которой бы он прекрасно справился и при достаточной длительности которой обязательно возник бы тренировочный эффект. Это позволяет предположить тот факт, что, к примеру, во время бега на 10 000 м бегуны элитного класса развивают скорость до 6 м/с, что позволяет им преодолевать каждый километр за менее чем 2 минуты и 50 секунд. Их организм хорошо переносит это, поскольку интенсивность этой работы по относительной шкале для них высока, но все же остается ниже предела 100% МПК. Но подавляющее большинство мужчин скромной натренированности сможет сохранить такой темп в лучшем случае лишь в течение нескольких сот метров, поскольку по их относительной шкале интенсивности это превышает свойственную им способность максимального потребления кислорода. Такая нагрузка не возымела бы на индивида средней натренированности развивающего выносливость эффекта, поскольку была бы ему не по силам, и он не смог бы выдерживать ее достаточно долгое время.

Однако если назначить нашим воображаемым находящимся под наблюдением мужчинам одинаковую нагрузку в соответствии с их индивидуальной максимальной способностью потребления кислорода, к примеру, 55–60% МПК, то влияние такого физического напряжения на них может быть более или менее одинаковым как с точки зрения субъективно выдерживаемой степени нагрузки, так и с точки зрения объективно измеримого действия на функционирование организма, к примеру, на работу сердца или дыхательной системы. При дозировании интенсивности тренировочных нагрузок следует учитывать, прежде всего, то, насколько велика нагрузка по шкале относительной интенсивности конкретного спортсмена. Оба могли бы в зоне такой относительной эффективности работать долгое время, но скорость движения спортсмена с высокой натренированностью в этом случае значительно превысила бы развивающий темп его скромно натренированного партнера.

## ИЗМЕНЕНИЯ В МЫШЦАХ, СОПРОВОЖДАЮЩИЕ ФИЗИЧЕСКУЮ РАБОТУ

Во время физического напряжения непосредственными «работниками» являются скелетные мышцы. Но для обеспечения их функционирования нервной и эндокринной системами активизируются также и другие органы и их системы, их действие координируется с целью обеспечивать адекватную реакцию на нагрузку организма как целого. Кроме мышц, самые заметные изменения во время физической работы происходят также с функционированием органов дыхания, сердца и кровообращения, а также системы терморегуляции.

Большого внимания заслуживают такие происходящие в работающих мышцах изменения, как сокращение энергозапасов и увеличение концентрации разнообразных продуктов обмена веществ (метаболитов) в них.

Для работы мышцы используют энергию, освобождающуюся при разложении (гидролизе) аденозинтрифосфата (АТФ). Мышцы работают за счет энергии, освобождающейся при разложении аденозинтрифосфата (АТФ). Несмотря на это содержание АТФ в работающих мышцах значительно не уменьшается, поскольку АТФ воспроизводится в соответствии с необходимостью из фосфокреатина, гликогена и триглицеридов. Концентрация АТФ несмотря на это сохраняется в работающих мышцах стабильной АТФ, поскольку увеличение интенсивности его гидролиза всегда ведет за собой увеличение воспроизводства (ресинтеза) АТФ. Основными соединениями, в которых хранится энергия, используемая для обеспечения ресинтеза АТФ в работающих мышцах, являются фосфокреатин, гликоген и триглицериды. Содержание этих соединений в работающих мышцах может сильно сократиться. Степень сокращения всегда зависит от ин-

*При дозировании интенсивности тренировочных нагрузок следует учитывать, прежде всего, то, насколько велика нагрузка по шкале относительной интенсивности конкретного спортсмена*

*Мышцы работают за счет энергии, освобождающейся при разложении аденозинтрифосфата (АТФ). Несмотря на это содержание АТФ в работающих мышцах значительно не уменьшается, поскольку АТФ воспроизводится в соответствии с необходимостью из фосфокреатина, гликогена и триглицеридов*

**NB!**

*При сокращении запасов гликогена работающие мышцы начинают все больше использовать глюкозу, циркулирующую в крови. Ее уровень сохраняется стабильным относительно долгое время за счет разложения запасов гликогена в мышцах, что позволяет направлять глюкозу в кровь в соответствии с тем, как мышцы ее потребляют. При истощении запасов гликогена в печени концентрация глюкозы в крови заметно снижается, что сопровождается очень сильным чувством усталости*

*Сокращение запасов энергии и скапливание в мышцах продуктов разложения является одной из главных причин возникновения и усугубления усталости во время физической работы*

*Интенсивность функционирования дыхательной системы увеличивается во время физической работы в соответствии с увеличением потребности мышц в кислороде*

тенсивности и продолжительности совершаемой работы. К примеру, при прохождении 100-метровой спринтерской дистанции с максимальной скоростью запасы фосфокреатина в мышцах спортсмена могут истощиться. Концентрация же гликогена и триглицеридов практически не изменяется. Во время работы на выносливость самым заметным изменением является сильное сокращение запасов гликогена в мышцах, а в случае утомительного длительного напряжения – их полное истощение. При сокращении запасов гликогена работающие мышцы начинают все больше использовать глюкозу, циркулирующую в крови. Ее уровень сохраняется стабильным относительно долгое время за счет разложения запасов гликогена в мышцах, что позволяет направлять глюкозу в кровь в соответствии с тем, как мышцы ее потребляют. При истощении запасов гликогена в печени концентрация глюкозы в крови заметно снижается, что сопровождается очень сильным чувством усталости.

Из многих продуктов обмена веществ, производство которых в мышцах заметно возрастает по сравнению с состоянием покоя, большего внимания заслуживает молочная кислота. Увеличение концентрации различных метаболитов в контрагирующих мышцах, так же как сокращение количества имеющих энергетическую ценность резервных веществ, зависит от интенсивности и продолжительности работы. Во время прохождения приведенной выше в качестве примера 100-метровой спринтерской дистанции или одного - полутора часов работы на выносливость происходит лишь небольшое повышение концентрации молочной кислоты. Но бег на 400 или 800 метров с максимальной скоростью вызывает очень сильное повышение концентрации молочной кислоты как в работающих мышцах, так и в крови, в которую названное соединение попадает из мышц.

Сокращение энергетических запасов и скопление метаболитов в работающих мышцах являются главными обстоятельствами, вызывающими снижение работоспособности - усталость. Сокращение запасов энергии и скапливание в мышцах продуктов разложения является одной из главных причин возникновения и усугубления усталости во время физической работы. К примеру, усугубление усталости и появление состояния изможденности во время работы на выносливость с интенсивностью 65–70% МПК прямо связаны с истощением запасов гликогена в мышцах.

На дистанциях же 400 м и 800 м, где интенсивность намного превышает уровень 100% МПК, быстрое снижение работоспособности возникает, преимущественно, в результате большого скопления молочной кислоты в мышцах и крови. Уменьшение запасов гликогена в мышцах при этом играет второстепенную, если не третьестепенную роль.

## **ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ВО ВРЕМЯ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТЫ**

Главной задачей дыхательной системы является обеспечение всего организма, в том числе и мышц, кислородом. Поскольку во время физической работы потребление мышцами кислорода увеличивается, то неизбежна необходимость в активизации функционирования органов дыхания. Интенсивность функционирования дыхательной системы увеличивается во время физической работы в соответствии с увеличением потребности мышц в кислороде. Лучше всего это проявляется в увеличении частоты и глубины дыхания. В состоянии покоя человек дышит 12–16 раз, а во время физической работы – до 60 раз в минуту. В результате этого значительно усиливается вентиляция легких, т.е. количество проходящего через легкие воздуха. Вентиляция легких в большой степени зависит от мощности дыхательных мышц, последнюю, в свою очередь, характеризует объемная скорость движения воздуха при максимальном желаемом форсировании вдохов и выдохов. У здорового, но нетренированного человека этот

показатель достигает приблизительно 5-6 литров в секунду, а у тренированного спортсмена может составлять 10-14 л/с. Максимальная вентиляция легких у нетренированных людей обычно составляет 70-100 л/м, у спортсменов с высоким уровнем натренированности (прежде всего, у представителей видов спорта на выносливость) она может достигать 200-240 литров в минуту.

## ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СЕРДЦА ВО ВРЕМЯ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Легче всего наблюдаемым явлением в функционировании сердца является частота сердечных сокращений, которая в состоянии покоя у большинства людей составляет 60-70 ударов в минуту, а во время физической работы может увеличиться до 200 ударов и даже немного больше. Уровень тренированности незначительно влияет на максимальную частоту сердечных сокращений, но последняя уменьшается с возрастом человека.

Но в состоянии покоя у тренированного человека частота сердечных сокращений обычно ниже, чем у нетренированного. Особенно заметно это в отношении не тренированных на выносливость людей, для которых 50 ударов в минуту в состоянии абсолютного покоя являются обычным показателем. У некоторых людей в состоянии покоя зарегистрировано даже менее 30 ударов в минуту.

Количество крови, выбрасываемое сердцем за одно сокращение, называется ударным объемом. Вместе с увеличением частоты сердечных сокращений во время физической работы увеличивается по сравнению с состоянием покоя также ударный объем: если в состоянии покоя он составляет 60-80 мл (у спортсменов, занимающихся видами спорта на выносливость, - 110-130 мл), то во время работы у нетренированного человека он поднимается до 100-140 миллилитров, а у спортсмена с высокой тренированностью - до 150-220 миллилитров.

Частота сердечных сокращений и ударный объем определяют минутный объем сердца, т.е. количество крови, которое сердце может выбросить в кровообращение за одну минуту. Во время физической работы по сравнению с состоянием покоя как частота сердечных сокращений, ударный объем, так и минутный объем увеличиваются в соответствии с интенсивностью напряжения. На основании частоты сердечных сокращений можно дозировать тренировочные нагрузки и оценивать протекание восстановительных процессов после нагрузок. Нетренированный человек и спортсмен, тренированный прежде всего на выносливость, заметно отличаются также в отношении достигаемого минутного объема: у первого он остается в пределах 20 литров, а у второго может достигать 36-42 литров. Для сравнения можно сказать, что в состоянии покоя для обеспечения тела обогащенной кислородом кровью достаточно, чтобы минутный объем сердца составлял 5-6 литров как у нетренированного, так и у тренированного человека.

С одной стороны, частота сердечных сокращений отражает реакцию нашего организма на физическую нагрузку, с другой стороны - она сравнительно легко изменяется и наблюдается. Поэтому частота сердечных сокращений является удобным и в то же время

объективным показателем, на основании которого можно назначать тренировочные нагрузки (таблица 1). На основании частоты сердечных сокращений можно дифференцировать тренировочные нагрузки, применяемые для целенаправленного развития основной, специальной и максимальной выносливости спортсменов, занимающихся видами спорта на выносливость. Частота сердечных сокращений является объективным ориентиром при назначении нагрузок и оценивании восстановительных процессов практически во всех видах спорта.

**Во время физической работы по сравнению с состоянием покоя как частота сердечных сокращений, ударный объем, так и минутный объем увеличиваются в соответствии с интенсивностью напряжения. На основании частоты сердечных сокращений можно дозировать тренировочные нагрузки и оценивать протекание восстановительных процессов после нагрузок**

**NB!**

Во время физической работы по сравнению с состоянием покоя значительно увеличивается кровоснабжение мышц, но сокращается приток крови к внутренним органам

Максимальная частота сердечных сокращений (%)	Максимальная способность потребления кислорода (%)
50	28
60	40
70	58
80	70
90	83
100	100

Таблица 1. Максимальная частота сердечных сокращений и максимальная способность потребления кислорода.

Максимальную частоту сердечных сокращений у молодых здоровых людей можно относительно легко определить с помощью метода постепенно повышающихся нагрузок. Приблизительно она калькулируется по простой формуле: максимальная ЧСС = 220 - возраст человека (лет). Правда, относительная интенсивность работы у субмаксимальных нагрузок в связи с частотой сердечных сокращений позволяет адекватно назначить интенсивность физических нагрузок без прямого измерения уровня МПК индивида, а только на основании частоты сердечных сокращений.

## ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ ВО ВРЕМЯ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Во время физической работы в системе кровообращения происходят заметные изменения (таблица 2). Площадь поперечного сечения кровеносных сосудов в работающих мышцах увеличивается, в результате чего увеличивается количество поступающей в мышцы крови по сравнению с состоянием покоя.

Такие же изменения происходят и в кровоснабжении сердца и кожи. Кровеносные сосуды внутренних органов (кишечник, печень, почки и др.), напротив, сужаются, и количество протекающей по ним крови уменьшается. Во время физической работы по сравнению с состоянием покоя значительно увеличивается кровоснабжение мышц, но сокращается приток крови к внутренним органам. Такие изменения необходимы для того, чтобы обеспечивать покрытие возросшей потребности мышц в кислороде и позволить телу освободиться от большого количества тепла, возникающего во время работы. Систолическое кровяное давление обычно заметно увеличивается во время физической работы, изменения диастолического давления менее существенны.

Таблица 2. Объем крови, протекающей за одну минуту по разным органам, и величина ее удельного веса (%) от минутного объема сердца в состоянии покоя и во время физической работы. Минутный объем сердца в состоянии покоя составляет приблизительно 5000 мл, при физической работе, задействующей большие группы мышц, у нетренированного человека достигает примерно 20000 миллилитров, у натренированного - 42000 миллилитров. В таблице в качестве минутного объема сердца берется 25000 миллилитров.

Орган	Состояние покоя		Физическая работа		Изменение состояние покоя/работа
	Объем (мл)	%	Объем (мл)	%	
Мышцы	1000	20	21000	84	21×↑
Сердце	200	4	1000	4	5×↑
Мозг	700	14	900	4	1,3×↑
Кожа	300	6	600	2	2×↑
Печень	1350	27	500	2	2,7×↓
Почки	1100	22	250	1	4,4×↓
Прочие	350	7	780	3	2,2×↑

## ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ ВО ВРЕМЯ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Об изменениях в функционировании системы терморегуляции во время физической работы сообщает увеличение интенсивности потоотделения.

Во время физического напряжения в организме человека неизбежно увеличивается производство тепла, в то же время сохранение стабильной температуры тела является одной из главных предпосылок обеспечения работоспособности. Испарение пота с поверхности тела в большинстве ситуаций является наиважнейшим терморегуляционным механизмом. С каждым граммом испаряющегося пота из тела в окружающую среду выводится около 0,6 ккал тепла. Потеря 1–1,5 литра жидкости в час в виде потоотделения во время работы является относительно обычным явлением, но интенсивность потоотделения, кроме характера работы, в значительной мере зависит от одежды и условий окружающей среды. В жарком климате интенсивность потоотделения возрастает как в состоянии покоя, так и во время физической работы.

Интенсивность потоотделения во время физической работы все же очень индивидуальна, в одинаковых условиях окружающей среды, в одинаковой одежде и при одинаковых физических усилиях у разных индивидов она может отличаться до четырех раз. Хотя потение необходимо для стабилизации температуры тела, потеря воды в результате вредит физической работоспособности. К примеру, потеря около 5% массы тела за счет жидкости приводит к снижению выносливости приблизительно на 30%, негативное действие на работоспособность оказывает даже гораздо более скромная потеря жидкости (ок. 1,5% массы тела).

Несмотря на активизацию системы терморегуляции, температура тела во время работы не стабилизируется до уровня состояния покоя. Общая закономерность заключается в том, что во время физической работы температура тела возрастает и в случае равномерной интенсивности работы достигает наивысшего относительно стабильного уровня. При температуре воздуха выше 16 °С и постоянной влажности воздуха постоянная температура тела во время работы тем выше, чем выше относительная интенсивность выполняемой работы. Во время физической работы температура тела повышается и стабилизируется на несколько более высоком уровне по сравнению с состоянием покоя. Степень повышения температуры тела зависит, прежде всего, от интенсивности работы, температуры окружающей среды и влажности воздуха. К примеру, одно исследование показало, что при температуре воздуха 20–22 °С и интенсивности работы 50% МПК ректальная температура наблюдаемого человека постепенно повышалась и стабилизировалась, достигнув 37,3 °С. В таких же условиях, но при 75% МПК ректальная температура стабилизировалась только при 38,5 °С.

Кроме относительной интенсивности работы на повышение температуры тела влияет также влажность воздуха во время физического напряжения:

При температуре воздуха выше 16 градусов и равномерной относительной интенсивности работы ректальная температура увеличивается тем более чем выше влажность воздуха. Это объясняется тем обстоятельством, что при увеличении влажности воздуха уменьшается испарение пота с поверхности тела, поэтому с уменьшением испарения уменьшается и потеря тепла.

## СОСТОЯНИЕ ТРЕНИРОВАННОСТИ

Влияние однократной тренировочной нагрузки на организм человека может быть очень сильно выраженным, но сопровождающие ее изменения в функционировании организма слишком кратковременны. Регулярные же тренировки со временем вызывают относительно устойчивые изменения как в строении организма, так и в его функционировании. Причем, суть этих изменений напрямую зависит от целей тренировки. Лучше всего это просматривается при сравнении изменений, возникающих в результате тренировки с одной стороны направленной на развитие выносливости, а с другой стороны – на развитие силы.

**Во время физического напряжения в организме человека неизбежно увеличивается производство тепла, в то же время сохранение стабильной температуры тела является одной из главных предпосылок обеспечения работоспособности. Испарение пота с поверхности тела в большинстве ситуаций является наиважнейшим терморегулятивным терморегуляционным механизмом. С каждым граммом испаряющегося пота из тела в окружающую среду выводится около 0,6 ккал тепла**

**Во время физической работы температура тела повышается и стабилизируется на несколько более высоком уровне по сравнению с состоянием покоя. Степень повышения температуры тела зависит, прежде всего, от интенсивности работы, температуры окружающей среды и влажности воздуха**

**NB!**

**Основой улучшения устойчивой работоспособности в результате тренировки выносливости является рост максимального потребления кислорода организмом, а также повышение соответствующей анаэробному порогу нагрузки и рост экономичности движений**

## ТРЕНИРОВКА ВЫНОСЛИВОСТИ

В результате тренировки выносливости увеличивается максимальная способность организма к потреблению кислорода, возрастает нагрузка, соответствующая т.н. анаэробному порогу, и улучшается экономность движения. Основой улучшения устойчивой работоспособности в результате тренировки выносливости является рост максимального потребления кислорода организмом, а также повышение соответствующей анаэробному порогу нагрузки и рост экономичности движений

Увеличение МПК проистекает из изменений, вызываемых регулярными тренировками в дыхательной системе, сердечно-сосудистой системе и в мышцах. Самое большое значение имеет усовершенствование функции сердца как насоса и увеличение плотности капилляров в скелетных мышцах. У нетренированного человека с началом тренировок на выносливость МПК увеличивается относительно быстро – изменения заметны уже через несколько недель. При дальнейших тренировках прирост МПК замедляется и после года-полутора может достигнуть максимума, на котором дальнейшее увеличение практически прекращается.

Но выносливость человека может улучшаться, несмотря относительную стабилизацию МПК. Причиной этого является увеличение нагрузки, соответствующей т.н. анаэробному порогу. Анаэробному порогу соответствует интенсивность работы, при которой концентрация лактата в крови возрастает до 4 миллимолей на литр. У нетренированного человека это происходит во время физической работы с интенсивностью 55–60% МПК, а у сильно тренированного на выносливость спортсмена этот анаэробный порог может проявиться только при нагрузках, соответствующих уровню 80% МПК или даже выше. Чем выше анаэробный порог индивида, тем больше интенсивность работы, которую он может выдержать долгое время. Иными словами – тем больше выносливость человека.

Повышение анаэробного порога в результате тренировок на выносливость основывается, главным образом, на происходящих в мышцах изменениях.

Благодаря увеличению плотности капилляров и многочисленности митохондрий, а также увеличению размеров, под влиянием тренировок заметно увеличивается способность мышц использовать во время физической работы жиры в качестве источника энергии. Это позволяет более экономно тратить ограниченные ресурсы гликогена в организме и одновременно сокращает производство молочной кислоты, имеющей центральное значение с точки зрения улучшения выносливости и работоспособности.

Так же как МПК, анаэробный порог невозможно развивать до бесконечности. В первые годы тренировок на выносливость анаэробный порог повышается относительно быстро, после 2-3 лет его развитие замедляется и достигает относительного максимума к 3-4 годам.

Кроме МПК и анаэробного порога, выносливость в большой мере зависит от экономичности движения.

К примеру, при беге в среднем темпе и со скоростью 300 м/мин у индивидов с одинаковым уровнем МПК потребление кислорода может сильно отличаться. Если у одного оно составляет 40 мл/кг/мин и у другого 50 мл/кг/мин, то очевидно, что экономичность движения первого из них, а следовательно выносливость, заметно больше, чем у второго. По аналогии с другими рассмотренными параметрами экономичность движения также быстро увеличивается под воздействием тренировок вначале, но с развитием тренированности постепенно замедляется. И все же, экономность может развиваться еще многие годы после того, как повышение МПК и анаэробного порога достигнуто максимума.



## СИЛОВАЯ ТРЕНИРОВКА

Эффект силовой тренировки основывается, главным образом, на т.н. невральном привыкании и гипертрофии скелетных мышц. Первое играет важную роль с точки зрения увеличения мышечной силы в течение первых 6-8 недель тренировок. При более долговременной тренировке прирост силы зависит от увеличения мышечной массы, причиной которого, в свою очередь, является увеличение диаметра мышечных волокон. Рост мышечной силы в результате силовой тренировки основывается на усовершенствовании функционирования нервной системы в управлении работой мышц и на увеличении диаметра мышечных волокон.

Суть неврального привыкания состоит в усовершенствовании функционирования нервной системы при управлении работой скелетных мышц. Это проявляется, к примеру, в увеличении степени синхронности функционирования отдельных мышечных волокон, что в свою очередь позволяет увеличивать максимальную развиваемую силу мышц. Очевидно также улучшение координации функционирования различных мышц и их групп.

Более долговременное развитие мышечной силы под воздействием тренировки основывается, главным образом, на увеличении диаметра мышечных волокон – гипертрофии. Мышечная сила находится в относительной зависимости от площади поперечного сечения мышцы. Таким образом – чем более увеличивается диаметр отдельных мышечных волокон, тем более увеличивается площадь поперечного сечения всей мышцы и ее сила. Причиной гипертрофирования мышц является увеличение интенсивности синтеза мышечных белков под воздействием характерных для силовой тренировки нагрузок.

В отличие от тренировки на выносливость, нагрузки, направленные на развитие силы, не вызывают увеличения плотности капилляров и количества митохондрий, а также увеличения размеров мышц. Поскольку из-за утолщения миофибрилл увеличивается объем мышечной клетки, то относительный объем митохондрий в гипертрофированной мышечной клетке даже уменьшается. Из-за увеличения диаметра мышечных волокон уменьшается также плотность капилляров в мышце. Такие изменения наносят ущерб выносливости гипертрофированных мышц.

Часть изменений, происходящих на мышечном уровне, все же одинаковы для тренировки силы и тренировки выносливости. К примеру, в обоих случаях возрастает содержание гликогена в мышцах. И все же, в случае тренировки на выносливость это увеличение может достигнуть 2,5 раз по сравнению с уровнем нетренированного человека, а эффект силовой тренировки, как правило, не превышает 20–30%.

### ПОНЯТИЯ, ВСТРЕЧАЮЩИЕСЯ В ДАННОЙ ГЛАВЕ

**Аденозинтрифосфат** (аббр. АТФ) – химическое соединение, при разложении которого освобождается большое количество энергии, необходимой клеткам для поддержания жизнедеятельности.

**Анаэробный порог** – интенсивность физической нагрузки, при которой концентрация лактата в крови повышается до 4 миллимоль на литр.

**АТФ** – см. аденозинтрифосфат.

**Вентиляция легких** – газовый обмен между окружающей средой и легкими, происходящий путем вдыхания и выдыхания.

**Гликоген** – химическое соединение, относящееся к углеводам, а точнее к полисахаридам со сложной молекулярной структурой, заключающее в себе значительные запасы энергии печени и мышц. Молекула гликогена состоит из большого количества остатков глюкозы.

**Гипертрофия скелетных мышц** – увеличение площади поперечного сечения скелетных мышц. Гипертрофия мышцы происходит в результате гипертрофии мышечных волокон, ее образующих.

**Рост мышечной силы в результате силовой тренировки основывается на усовершенствовании функционирования нервной системы в управлении работой мышц и на увеличении диаметра мышечных волокон**

**NB!**

<b>Глюкоза</b> – химическое соединение, относящееся к углеводам, а точнее к моносахаридам с простой молекулярной структурой, важный источник энергии для организма.
<b>Диастолическое кровяное давление</b> – самое низкое кровяное давление крупных артерий большого круга кровообращения во время расслабления (диастолы) сердечной мышцы.
<b>Лактат</b> – соль, образующаяся из молочной кислоты.
<b>Максимальное потребление кислорода (аббр. МПК)</b> – наибольшее количество кислорода в единицу времени, которое организм индивида может потребить во время интенсивной физической работы, задействующей большие группы мышц.
<b>Минутный объем сердца</b> – количество крови, выталкиваемой из левого желудочка в большой круг кровообращения в течение одной минуты. Минутный объем сердца зависит от частоты сердечных сокращений и ударного объема.
<b>Молочная кислота</b> – органическая кислота, образующаяся при анаэробном (без участия кислорода) разложении углеводов. Молочная кислота в больших количествах образуется в мышцах во время физической работы с высокой интенсивностью.
<b>МПК</b> – см. максимальное потребление кислорода
<b>Невральная адаптация</b> – (в контексте силовой тренировки) усовершенствование функционирования нервной системы в управлении работой скелетных мышц, в результате которого сила мышц возрастает.
<b>Ректальная температура</b> – температура тела человека, измеряемая в глубине прямой кишки. Ректальная температура – это температура внутренности тела.
<b>Систолическое кровяное давление</b> – самое высокое давление крупных артерий большого круга кровообращения во время сокращения желудочков сердца.
<b>Терморегуляция</b> – сохранение нормальной стабильной температуры тела в результате действия соответствующих физиологических механизмов.
<b>Триглицериды</b> – химические соединения, жиры, относящиеся к липидам. В триглицеридах содержатся самые большие запасы энергии в человеческом организме.
<b>Ударный объем сердца</b> – количество крови, выталкиваемой из левого желудочка в большой круг кровообращения за один удар сердца (одно сердечное сокращение).
<b>Фосфокреатин</b> – химическое соединение с большим энергетическим потенциалом, энергия, освобождающаяся при разложении которого используется для ресинтеза АТФ во время физической работы с максимальной интенсивностью.
<b>Частота сердечных сокращений</b> – количество сокращений сердца за единицу времени. Обычно частота сердечных сокращений выражает количество сердечных сокращений за одну минуту.

**Вопросы для повторения:**

1. Объясните суть понятий «абсолютная интенсивность физической нагрузки» и «относительная интенсивность физической нагрузки», а также связи между ними.
2. Из чего преимущественно проистекает необходимость перераспределения кровотока между различными органами при физической работе по сравнению с состоянием покоя?
3. Опишите вкратце главные изменения в человеческом организме, вызываемые регулярными тренировками на выносливость и являющиеся основой увеличения выносливости.
4. Объясните вкратце, на чем основывается первоначальный быстрый рост мышечной силы и его дальнейшее более долговременное развитие под воздействием силовой тренировки.