**Содержание**

[Введение 2](#_Toc230772611)

[1.Классификации мышечной деятельности 4](#_Toc230772612)

[1.1. Мощность выполняемой работы и энергообеспечение мышечного сокращения 6](#_Toc230772613)

[1.1.1. Зона максимальной мощности работы. 9](#_Toc230772614)

[1.1.2. Зона субмаксимальной мощности работы. 11](#_Toc230772615)

[1.1.3. Зона большой мощности работы. 12](#_Toc230772616)

[1.1.4. Зона умеренной мощности работы 12](#_Toc230772617)

[2. Физиологические изменения в организме под влиянием циклических видов спорта 13](#_Toc230772618)

[2.1. Физиологические изменения в сердечно сосудистой системе 13](#_Toc230772619)

[2.2. Физиологические изменения в дыхательной системе 15](#_Toc230772620)

[2.3. Физиологические изменения в опорно-двигательном аппарате 18](#_Toc230772621)

[2.4. Физиологические изменения в нервной системе. 20](#_Toc230772622)

[2.5. Физиологические изменения в обмене веществ организма и в железах внутренней секреции 21](#_Toc230772623)

[3. Характеристика процессов утомления и восстановления в циклических видах спорта 23](#_Toc230772624)

[3.1. Физиологические и биохимические основы утомления при занятиях легкой атлетикой 23](#_Toc230772625)

[3.2. Течение восстановительных процессов в организме спортсменов после занятия легкой атлетикой 28](#_Toc230772626)

[Заключение 31](#_Toc230772627)

[Список литературы 32](#_Toc230772628)

#

#

# Введение

В России существует классификация, согласно которой все виды спорта, связанные с проявлением двигательной активности, подразделяются на пять основных групп: скоростно-силовые, циклические, со сложной координацией, спортивные игры и единоборства. В основе такого подразделения лежит общность характера деятельности, а следовательно, и общность требований к видам спорта, входящим в ту или иную группу.

***Циклические виды спорта***- это виды спорта с преимущественным проявлением выносливости (легкая атлетика, плавание, лыжные гонки, конькобежный спорт, все виды гребли, велосипедный спорт и другие), отличаются повторяемостью фаз движений, лежащих в основе каждого цикла, и тесной связанностью каждого цикла с последующем и предыдущим. В основе циклических упражнений лежит ритмический двигательный рефлекс, проявляющийся автоматически. Цикличное повторение движений для перемещения собственного тела в пространстве — суть циклических видов спорта. Таким образом, общими признаками циклических упражнений являются:

1. Многократность повторения одного и того же цикла, состоящего из нескольких фаз;

2, Все фазы движения одного цикла последовательно повторяются в другом цикле;

3. Последняя фаза одного цикла является началом первой фазы движения последующего цикла;

Во время занятий циклическими видами спорта расходуется большое количество энергии, а сама работа выполняется, с высокой интенсивностью. Эти виды спорта требуют поддержки метаболизма, специализированного питания, особенно при марафонских дистанциях, когда происходит переключение энергетических источников с углеводных (макроэргических фосфатов, гликогена, глюкозы) на жировые. Контроль гормональной системы этих видов обмена веществ имеет существенное значение как в прогнозировании, так и в коррекции работоспособности фармакологическими препаратами. Высокий результат в этих видах спорта в первую очередь зависит от функциональных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем, устойчивости организма к гипоксимическим сдвигам, волевой способности спортсмена противостоять утомлению.

***Легкая атлетика*** – циклический вид спорта, объединяющий упражнения в ходьбе, беге, прыжках, метаниях и составленных из этих видов многоборьях.

Древнегреческое слово «атлетика» в переводе на русский язык – борьба, упражнение. В Древней Греции атлетами называли тех, кто соревновался в силе и ловкости. В настоящее время атлетами называют физически хорошо развитых, сильных людей.

Занятия циклическими видами спорта оказывают весьма разностороннее влияние на организм человека. Способствуют равномерному развитию мышц, тренируют и укрепляют сердечно-сосудистую, дыхательную и нервную системы, опорно-двигательный аппарат, повышают обмен веществ. Также легкоатлетические упражнения развивают силу, быстроту, выносливость, улучшают подвижность в суставах, способствуют закаливанию организма. Основой легкой атлетики являются естественные дви­жения человека. Популярность и массовость легкой атлетики объяс­няются общедоступностью и большим разнообразием легкоатлетических упражнений, простотой техники выполнения, возмож­ностью варьировать нагрузку и проводить занятия в любое время года не только на спортивных площадках, но и в естественных условиях. Оздоровительное значение занятий легкой атлетикой усиливается тем, что они большей частью проводятся на открытом воздухе.

**Цель работы**: Раскрыть основные физиологические характеристики циклических видов спорта на примере легкой атлетики. Показать влияние циклических видов спорта на организм человека.

#

#

# 1.Классификации мышечной деятельности

В циклических видах спорта может осуществляться любая мышечная деятельность, и в ней задействованы практически все группы мышц. Существует большое количество классификаций видов мышечной деятельности. Например, мышечную работу разделяют на *статическую*, при которой происходит мышечное сокращение, но не происходит движение, и *динамическую*, при которой происходит как сокращение мышцы, так и перемещение частей тела относительно друг друга. Статическая работа более утомительна для организма и для мышц по сравнению с динамической той же интенсивности и длительности, так как при статической работе отсутствует фаза расслабления мышц, во время которой могут пополниться запасы веществ, израсходованные на мышечное сокращение.

*По числу групп мышц*, включенных в работу, двигательную деятельность делят на работу *локального, регионального и глобального* характера. При работе *локального* характера в деятельности участвует менее одной трети мышечной массы (обычно мелкие мышечные группы). Это, например, работа одной рукой или кистями. При работе *регионального* характера в деятельность включаются одна крупная или несколько мелких мышечных групп. Это, например, работа только руками или только ногами (в легкой атлетике это могут быть различные упражнения на технику). При работе *глобального* характера в деятельности принимают участие более двух третьих мышц от общей мышечной массы. К работе глобального характера относятся все виды спорта циклического характера - ходьба, бег, плавание (при этих видах двигательной деятельности работают практические все мышцы).

Чем больший процент мышечной массы участвует в работе, тем большие изменения такая работа вызывает в организме, и тем, соответственно, выше тренировочный эффект. Поэтому силовые упражнения на отдельные мышечные группы, разумеется, будут способствовать увеличению силы этих мышц, но практически не отразятся на деятельности других органов (сердца, легких, сосудов, органов иммунной системы).

Все нижеприведенные классификации физических упражнений подразумевают, что организм осуществляет работу глобального характера.

Одной из наиболее известных классификаций физических упражнений является разделение их *по преобладающему источнику энергии для мышечного сокращения*. В организме человека распад веществ с образованием энергии может проходить с участием кислорода [(аэробно)](http://karina-kazak.narod.ru/phisiol/base_content/energ.html#aerob) и без участия кислорода [(анаэробно).](http://karina-kazak.narod.ru/phisiol/base_content/energ.html#aerob)

В действительности же во время мышечной работы наблюдаются оба варианта распада веществ, однако, один из них, как правило, преобладает.

*По преобладанию того или иного способа распада веществ* различают *аэробную* работу, энергообеспечение которой происходит преимущественно за счет кислородного распада веществ, *анаэробную* работу, энергообеспечение которой происходит преимущественно за счет бескислородного распада веществ и *смешанную* работу, при которой сложно выделить преобладающий способ распада веществ.

Примером **аэробной** работы может служить любая малоинтенсивная деятельность, которая может продолжаться длительное время. В том числе и наши повседневные движения. Общепринято аэробной нагрузкой считать ту, которая осуществляется в пульсовых пределах 140-160 ударов в минуту. Тренировка в данном режиме полностью обеспечивается необходимым количеством кислорода, другими словами, спортсмен может обеспечить свой организм тем, количеством кислорода, которое необходимо для выполнения конкретного упражнения. Выполнение упражнений в зоне аэробной нагрузки не приводит накоплению кислородной задолженности и появлению молочной кислоты (лактата) в мышцах спортсмена. В циклических видах спорта примеры такой работы - длительная ходьба, длительный непрерывный бег (например, трусцой), длительная езда на велосипеде, длительная гребля, длительное передвижение на лыжах, коньках и так далее.

Примером **анаэробной работы** может служить деятельность, которая может продолжаться только кратковременно (от 10-20 секунд до 3-5 минут). Анаэробная нагрузка – упражнения, выполняемые при пульсе 180 уд/мин. и выше. При этом каждый легкоатлет, знает, что такое забитость мышц, но не каждый понимает, чем это объясняется. А на деле это и есть анаэробная лактатная нагрузка, то есть выполнение тренировочной программы с накоплением молочной кислоты в мышцах. Подобную «забитость» мышц дает молочная кислота, скопившаяся во время выполнения упражнений анаэробного характера. А сама причина появления лактата очень проста. При работе с околомаксимальными и предельными нагрузками, организм не может быть полностью обеспечен всем ему необходимым кислородом, поэтому расщепление белков и углеводов (жиры задействованы по минимуму) происходит в бескислородном режиме, что и приводит к образованию молочной кислоты и некоторых других продуктов распада. Это, например, бег на короткие дистанции с максимальной скоростью, плавание на короткие дистанции с максимальной скоростью, езда на велосипеде или гребля на короткие дистанции с максимальной скоростью.

Промежуточные виды деятельности, которые могут продолжаться более 5, но менее 30 минут непрерывной деятельности, являются примером работы со **смешанным** (бескислородно-кислородным) типом энергообеспечения.

Когда произносят термин «аэробная» или «анаэробная работа», подразумевают, что так воспринимает эту работу весь организм, а не отдельные мышцы. Отдельные же мышцы при этом могут работать как в режиме кислородного энергообеспечения (неработающие или принимающие незначительное участие в деятельности, например, мышцы лица), так и в режиме бескислородного энергообеспечения (выполняющие наибольшую нагрузку при данном виде деятельности).

Еще одной из распространенных классификаций физических упражнений является разделение мышечной работы по зонам мощности

## 1.1. Мощность выполняемой работы и энергообеспечение мышечного сокращения

Физические упражнения выполняются с различной скоростью и величиной внешнего отягощения. Напряжённость физиологических функций (интенсивность функционирования), оцениваемая по величине сдвигов от исходного уровня, при этом меняется. Следовательно, но относительной мощности работы циклического характера (измеряется в Вт или кДЖ/мин) можно судить и о реальной физиологической нагрузке на организм спортсмена.

Разумеется, степень физиологической нагрузки связана не только с измеряемыми, поддающимися точному учёту показателями физической нагрузки. Она зависит и от исходного функционального состояния организма спортсмена, от уровня его тренированности и от условий среды. Например, одна и та же физическая нагрузка на уровне моря и в условиях высокогорья вызовет разные физиологические  сдвиги. Иначе говоря, если мощность работы измеряется достаточно точно и хорошо дозируется, то величина вызываемых её физиологических сдвигов не поддастся точному количественному учёту. Затруднено и прогнозирование физиологической нагрузки без учёта текущего функционального состояния организма спортсмена.

Физиологическая оценка адаптивных изменений в организме спортсмена невозможна без соотнесения их с тяжестью (напряжённостью) мышечной работы. Эти показатели учитываются при классификации физических упражнений по физиологической нагрузке на отдельные системы и организм в целом, а также по относительной мощности работы, выполняемой спортсменом.

Циклические упражнения отличаются друг от друга по мощности выполняемой спортсменами работы. По классификации, разработанной В.С. Фарфелем, следует различать циклические упражнения: **максимальной мощности**, в которых длительность работы не превышают 20-30 секунд (спринтерский бег до 200 м, гит на велотреке до 200 м, плавание до 50 м и др.); **субмаксимальной мощности**, длящиеся 3-5 минут (бег на 1500 м, плавание на 400 м, гит на треке до 1000 м, бег на коньках до 3000 м, гребля до 5 минут и др.); **большой мощности**, возможное время выполнения которых ограничивается 30 - 40 минутами (бег до 10000 м, велотрек, велогонки до 50 км, плавание 800 м - женщ., 1500 м - мужч., спортивная ходьба до 5 км и др.), и **умеренной мощности** которую спортсмен может удерживать от 30-40 минут до  нескольких часов (шоссейные велогонки, марафонские и сверхмарафонские пробеги, др).

Критерий мощности, положенный в основу классификации циклических упражнений, предложенной В.С. Фарфелем (1949), является весьма относительным, на что указывает и сам автор. Действительно, мастер спорта проплывает 400 метров быстрее четырёх минут, что соответствует зоне субмаксимальной мощности, новичок же проплывает эту дистанцию за 6 минут и более, т.е. фактически совершает работу, относящуюся к зоне большой мощности.

Несмотря на определённую схематичность разделения циклической работы на 4 зоны мощности, оно вполне оправдано, поскольку каждая из зон определённое воздействие на организм и имеет свои отличительные физиологические проявления. Вместе с тем, для каждой зоны мощности характерны общие закономерности функциональных изменений, мало связанные со спецификой различных циклических упражнений. Это даёт возможность по оценке мощности работы создать общее представление о влиянии соответствующих нагрузок на организм спортсмена.

Многие функциональные изменения, характерные для различных зон мощности работы, в значительной степени связаны с ходом энергетических превращений в работающих мышцах.

**Энергообеспечение мышечного сокращения**

Итак, любой вид физической активности требует затрат определенного количества энергии.

Единственным прямым источником энергии для мышечного сокращения служит аденозинтрифосфат (АТФ). Запасы АТФ в мышце незначительны и их хватает на обеспечение нескольких мышечных сокращений только в течение 0,5 секунд. При расщеплении АТФ образуется аденозиндифосфат (АДФ). Для того чтобы мышечное сокращение могло продолжаться дальше, необходимо постоянное восстановление АТФ с такой же скоростью, с какой она расщепляется.

Восстановление АТФ при мышечном сокращении может осуществляться за счет реакций, проходящих без кислорода (анаэробных), а также за счет окислительных процессов в клетках, связанных с потреблением кислорода (аэробных). Как только уровень АТФ в мышце начинает снижаться, а АДФ - повышаться, сразу же подключается креатинфосфатный источник восстановления АТФ.

**Креатинфосфатный источник** является самым быстрым путем восстановления АТФ, который происходит без доступа кислорода (анаэробным путем). Он обеспечивает мгновенное восстановление АТФ за счет другого высокоэнергетического соединения - креатинфосфата (КрФ). Содержание КрФ в мышцах в 3-4 раза выше, чем концентрация АТФ. По сравнению с другими источниками восстановления АТФ, КрФ источник обладает наибольшей мощностью, поэтому он играет решающую роль в энергообеспечении кратковременных мышечных сокращений взрывного характера. Такая работа продолжается до тех пор, пока не будут значительно исчерпаны запасы КрФ в мышцах. На это уходит примерно 6-10 секунд. Скорость расщепления КрФ в работающих мышцах находится в прямой зависимости от интенсивности выполняемого упражнения или величины мышечного напряжения.

Только после того, как запасы КрФ в мышцах будут исчерпаны примерно на 1/3 (на это уходит примерно 5-6 секунд), скорость восстановления АТФ за счет КрФ начинает уменьшаться, и к процессу восстановления АТФ начинает подключаться следующий источник - гликолиз. Это происходит с увеличением длительности работы: к 30 секунде скорость реакции уменьшается наполовину, а к 3-й минуте она составляет лишь около 1,5% от начального значения.

**Гликолитический источник** обеспечивает восстановление АТФ и КрФ за счет анаэробного расщепления углеводов - гликогена и глюкозы. В процессе гликолиза внутримышечные запасы гликогена и глюкоза, поступающая в клетки из крови, расщепляются до молочной кислоты. Образование молочной кислоты - конечного продукта гликолиза - происходит только в анаэробных условиях, но гликолиз может осуществляться и в присутствии кислорода, однако в этом случае он заканчивается на стадии образования пировиноградной кислоты. Гликолиз обеспечивает поддержание заданной мощности упражнения от 30 секунд до 2,5 минут.

Продолжительность периода восстановления АТФ за счет гликолиза ограничивается не запасами гликогена и глюкозы, а концентрацией молочной кислоты и волевыми усилиями спортсмена. Накопление молочной кислоты при анаэробной работе находится в прямой зависимости от мощности и продолжительности упражнения.

**Окислительный (оксидативный) источник** обеспечивает восстановление АТФ в условиях непрерывного поступления кислорода в митохондрии клеток и использует долговременные источники энергии. Такие как углеводы (гликоген и глюкоза), аминокислоты, жиры, доставляемые в мышечную клетку через капиллярную сеть. Максимальная мощность аэробного процесса зависит от скорости усвоения кислорода в клетках и от скорости поставки кислорода в ткани.

Наибольшее количество митохондрий (центров "усвоения" кислорода) отмечается в медленно сокращающихся мышечных волокнах. Чем выше процент содержания таких волоком в мышцах, несущих нагрузку при выполнении упражнения, тем больше максимальная аэробная мощность у спортсменов и тем выше уровень их достижений в продолжительных упражнениях. Преимущественное восстановление АТФ за счет окислительного источника начинается при выполнении упражнений, длительность которых превышает 6-7 минут

Энергообеспечение мышечного сокращения является определяющим фактором для выделения 4 зон мощности.



###

### 1.1.1. Зона максимальной мощности работы.

Данная мощность работы характеризуется достижением предельной физической возможности спортсмена. Для её осуществления необходима максимальная мобилизация энергетического обеспечения в скелетной мускулатуре, что связано исключительно с анаэробными процессами. Практически вся работа осуществляется за счёт распада макроэргов и только частично – гликогенолиза, поскольку известно, что уже первые сокращения мышц сопровождаются образованием в них молочной кислоты.

Длительность работы, например, в беге на 100 м меньше времени кругооборота крови. Уже это свидетельствует о невозможности достаточного обеспечения кислородом работающих мышц.

Из–за кратковременности работы врабатывание вегетативных систем практически не успевает завершится. Можно говорить только о полном врабатывание мышечный системы по локомоторным показателям (нарастание скорости, темпа и длинны шага после старта).

В связи с малым временем работы функциональные сдвиги в организме невелики, причём некоторые из них увеличиваются после финиша.

Работа максимальной мощности вызывает незначительные изменения в составе крови и мочи. Наблюдается кратковременное повышение в крови содержания молочной кислоты (до 70-100 мг %), небольшое повышение процента гемоглобина за счёт выхода в общую циркуляцию депонированной крови, некоторое увеличение содержания сахара. Последнее обусловлено больше эмоциональным фоном (предстартовое состояние), нежели самой физической нагрузкой. В моче могут быть обнаружены следы белка. Частота сердечных сокращений после финиша доходит до 150-170 и более ударов в минуту, артериальное давление повышается до 150-180 мм. рт. ст.

Дыхание при работе максимальной мощности увеличивается незначительно, но существенно возрастает после завершения нагрузки в результате большой кислородной задолженности. Так, лёгочная вентиляция после финиша может возрастать до 40 и более литров в минуту.

Величина кислородного запроса достигает предельных величин, доходя до 40 литров. Однако это не абсолютная его величина, а рассчитанная на минуту, т.е. на время, превышающее возможность организма выполнять работу этой мощности. По окончании работы, в связи с возникшей большой кислородной задолженностью, функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем некоторое время остаются усиленными. Например, газообмен после пробегания спринтерских дистанций приходит к норме спустя 30-40 минут. За это время завершается в основном восстановление многих других функций и процессов.

### 1.1.2. Зона субмаксимальной мощности работы.

В отличие от работы максимальной мощности, при этой, более длительной нагрузке, происходит резкое усиление кровообращения и дыхания. Это обеспечивает доставку к мышцам значительного количества кислорода в момент выполнения физической работы. Потребление кислорода достигает к концу 3-5 минут работы предельных или близких к ним величин. (5-6 литров в минуту). Минутный объём крови возрастает до 25-30 литров. Однако несмотря на это, кислородный запрос в этой зоне мощности оказывается намного больше фактического потребления кислорода. Он доходит до 25-26 л/мин. Следовательно, абсолютная величина кислородного долга достигает 20 и более литров, т.е. максимально возможных значений. Эти цифры свидетельствуют, что при работе субмаксимальной мощности в организме, хотя и в меньшей степени, чем при спринтерских дистанциях, анаэробные процессы в освобождение энергии преобладают над аэробными. В результате интенсивного гликогенолиза в мышцах, в крови накапливается большое количество молочной кислоты. В крови её содержание доходит до 250 и более мг %, что вызывает резкий сдвиг рН крови в кислую сторону (до 7,0-6,9). К резким сдвигам кислотно-щелочного равновесия в крови присоединяется повышение в ней осмотического давления, в результате перехода воды из плазмы в мышцы и потери её при пототделение. Всё это создаёт во время работы неблагоприятные условия для деятельности центральной нервной системы и мышц, вызывая снижение их работоспособности.

Характерным для этой зоны мощности является то, что некоторые функциональные сдвиги нарастают на протяжении всего периода работы, достигая предельных величин (содержание молочной кислоты в крови, снижение щелочного резерва крови, кислородная задолженность и др.).

**Содержание молочной кислоты в крови после бега на короткие и средние дистанции (по Н.И. Волкову)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Показатели**  | **Дистанция (м)**  |
| **100**  | **200**  | **400**  | **800**  | **1500**  |
| Скорость (м/с) Молочная кислота (мг %)  | 8,92 132  | 8,47 198  | 7,72 227  | 6,89 211  | 6,29 163  |

Частота сердечных сокращений достигает 190-220 мм рт. ст., лёгочная вентиляция возрастает до 140-160 л/мин. После работы субмаксимальной мощности функциональные сдвиги в организме ликвидируются в течение 2-3 часов. Быстрее восстанавливается артериальное давление. Частота сердечных сокращений и показатели газообмена нормализуются позже.

### 1.1.3. Зона большой мощности работы.

В этой зоне мощности работы, длящейся 30-40 минут, во всех случаях период врабатывания полностью завершается и многие функциональные показатели затем стабилизируются на достигнутом уровне, удерживаясь на нём до финиша.

Частота сердечных сокращений после врабатывания составляет 170-190 ударов в минуту, минутный объём крови находится в пределах 30-35 литров, лёгочная вентиляция устанавливается на уровне 140-180 литров в минуту. Таким образом, сердечно-сосудистая и дыхательная системы работают на пределе (или почти на пределе) своих возможностей. Однако мощность работы в этой зоне несколько превышает уровень аэробного энергообеспечения. И хотя потребление кислорода может увеличиваться при выполнение данной работы до 5-6 литров в минуту, всё же кислородный запас превышает эти цифры, вследствие чего происходит постепенное нарастание кислородного долга, особенно ощутимое к концу дистанции. Стабилизация показателей сердечно-сосудистой и дыхательной систем при сравнительно небольшой кислородной задолженности (10-15 % от кислородного запроса) обозначается как кажущееся  (ложное) устойчивое состояние. В связи с увеличением удельного веса аэробных процессов во время работы большой мощности, в крови спортсменов наблюдается несколько меньшие изменения, чем при работе субмаксимальной мощности. Так, содержание молочной кислоты достигает 200-220 мг %, рН сдвигается до 7,1-7,0. Несколько меньшее содержание молочной кислоты в крови при работе большой мощности связано и с её выведением органами выделения (почками и потовыми железами). Деятельность органов кровообращения и дыхания оказывается продолжительное время повышенной по окончание работы большой мощности. Требуется  не менее 5-6 часов, чтобы были ликвидированы кислородный долг и восстановлен гомеостаз.

1.1.4. Зона умеренной мощности работы**.**

Характерной особенностью динамической работы умеренной мощности является наступление истинного устойчивого состояния. Под ним понимается равное соотношение между кислородным запросом и кислородным потреблением. Следовательно, освобождение энергии идёт здесь преимущественно за счёт окисления в мышцах гликогена. Кроме того, только в этой зоне мощности работы, в связи с её длительностью, источником энергии являются липиды. Не исключается  также окисление белков в энергообеспечение мышечной деятельности. Поэтому дыхательный коэффициент у марофонцев сразу после финиша (или в конце дистанции) обычно меньше единицы.

Величины потребления кислорода на сверхдлительных дистанциях всегда устанавливаются ниже их максимального значения (на уровне 70-80 %). Функциональные сдвиги в кардиореспираторной системе заметно меньше тех, которые наблюдаются при работе большой мощности. Частота сердечных сокращений, обычно, не превышает 150-170 ударов в минуту, минутный объём крови равен 15-20 литров, лёгочная вентиляция 50-60 л/минуту. Содержание в крови молочной кислоты в начале работы заметно повышается, достигая 80-100 мг %, а затем приближается к норме. Характерным для этой зоны мощности является наступление гипогликемии, обычно развивающийся спустя 30-40- минут от начала работы, при которой содержание сахара в крови к концу дистанции может уменьшаться до 50-60 мг %. Наблюдается также выраженный лейкоцитоз с появлением незрелых форм лейкоцитов в 1 куб. мм может доходить до 25-30 тысяч.

Существенное значение для высокой работоспособности спортсменов имеет функция коркового слоя надпочечников. Недлительные интенсивные физические нагрузки вызывают повышенное образование глюкокортикоидов. При работе же умеренной мощности, по-видимому, в связи с её большой длительностью, после первоначального усиления происходит угнетение продукции этих гормонов (А. Виру). Причём, у менее подготовленных спортсменов эта реакция особенно выражена.

Необходимо заметить, что при нарушениях равномерности пробегания марафонских дистанций или во время работы преодоления подъёмов кислородное потребление несколько отстаёт от увеличившего кислородного запроса и возникает небольшой кислородный долг, который погашается при переходе на постоянную мощность работы. Кислородный долг у марафонцев также, обычно, возникает в конце дистанции, в связи сфинишным ускорением. При работе умеренной мощности, вследствие обильного потоотделения, организмом теряется много воды и солей, что может привести к нарушениям водно-солевого равновесия и снижению работоспособности. Повышенный газообмен после этой работы наблюдается в течение многих часов. Восстановление же нормальной лейкоцитарной формулы и работоспособности продолжается несколько дней.

# 2. Физиологические изменения в организме под влиянием циклических видов спорта

## 2.1. Физиологические изменения в сердечно сосудистой системе

 Сердце – главный центр кровеносной системы. В результате физической тренировки размеры и масса сердца увеличивается в связи с утолщением стенок сердечной мышцы и увеличением его объема, что повышает мощность и работоспособность сердечной мышцы.

При регулярных занятиях физическими упражнениями или спортом:

  увеличивается количество эритроцитов и количество гемоглобина в них, в результате чего повышается кислородная емкость крови;

  повышается сопротивляемость организма к простудным и инфекционным заболеваниям, благодаря повышению активности лейкоцитов;

  ускоряются процессы восстановления после значительной потери крови.

Показатели работоспособности сердца.

  Важным показателем работоспособности сердца  является **систолический объем крови(**СО) - количество крови, выталкиваемое одним желудочком сердца в сосудистое русло при одном сокращении.

  Другими информативными показателем работоспособности сердца является **число сердечных сокращений** (ЧСС) ( артериальный пульс).

  В процессе спортивной тренировки ЧСС в покое со временем становится реже за счет увеличения мощности каждого сердечного сокращения.

**Показатели числа сердечных сокращений. ( уд/ мин)**

|  |  |
| --- | --- |
| Тренированный организм | Нетренированный организм |
| Муж. | Жен. | Муж. | Жен. |
| 50-60 | 60-70 | 70-80 | 75-85 |

 Сердце нетренированного человека для обеспечения необходимого **минутного объема крови** ( количество крови, выбрасываемое одним желудочком сердца в течение минуты) вынуждено сокращаться с большей частотой, так как у него меньше систолический объем.

 Сердце тренированного человека более часто пронизано кровеносными сосудами, в таком сердце лучше осуществляется питание мышечной ткани и работоспособность сердца успевает восстановиться в паузах сердечного цикла. Схематично сердечный цикл можно разделить на 3 фазы: систола предсердий (0.1 с), систола желудочков ( 0.3 с) и общая пауза ( 0.4 с). Даже если условно принять, что эти части равны по времени, то пауза отдыха у нетренированного человека при ЧСС 80 уд./ мин  будет равна 0,25 с, а у тренированного при ЧСС 60 уд./ мин пауза отдыха увеличивается до 0,33 с. Значит, сердце тренированного человека в каждом цикле своей работы имеет большее времени для отдыха и восстановления.

 **Кровяное давление**- давление крови внутри кровеносных сосудов на их стенки. Измеряют кровяное давление в плечевой артерии, поэтому его называют артериальное давление ( АД), которое является весьма информативным показателем состояния сердечно-сосудистой системы и всего организма.

Различают *максимальное ( систолическое) АД,* которое создается при систоле ( сокращении)  левого желудочка сердца, и *минимальное (диастолиеское)* АД, которое отмечается в момент его диастолы (расслабления). *Пульсовое давление ( пульсовая амплитуда)* - разница между максимальным и минимальным АД. Давление измеряется в миллиметрах ртутного столба ( мм рт. ст.).

В норме для студенческого возраста в покое максимальное АД  находится в пределах 100-130; минимальное-  65-85, пульсовое давление- 40-45 мм рт. ст.

 Пульсовое давление при физической работе увеличивается, его уменьшение является неблагоприятным показателем ( наблюдается у нетренированных людей). Снижение давления может быть следствием ослабления деятельности сердца или чрезмерного сужения периферических кровеносных сосудов.

|  |  |
| --- | --- |
| **Состояние** | **АД у людей** |
| **тренированных** | **нетренированных** |
| Интенсивнаяфизическаяработа | Максимальное АД повышается до 200 мл рт. ст. и более, может долго держаться. | Максимальное АД сначалаповышается до200 мл рт. ст., затем снижается в результате  утомления сердечной мышцы. Может настать обморок. |
| После работы | тренированных | нетренированных |
| Максимальное и минимальное АД быстро приходит в норму. | Максимальное и минимальное АД долго остаются повышенными. |

 Полный круговорот крови по сосудистой системе в покое осуществляется за 21-22 секунды, при физической работе – 8 секунд и меньше, что ведет к повышению снабжения тканей тела питательными веществами и кислородом.

 Физическая работа способствует общему расширению кровеносных сосудов, нормализации тонуса их мышечных стенок, улучшению питания и повышению обмена веществ в стенках кровеносных сосудов. При работе окружающих сосуды мышц происходит массаж стенок сосудов. Кровеносные сосуды, проходящие через мышцы ( головного мозга, внутренних органов, кожи), массируются за счет гидродинамической волны от учащения пульса и за счет ускоренного тока крови. Все это способствуют сохранению эластичности  стенок кровеносных сосудов и нормальному функционированию сердечно-сосудистой системы без патологических отклонений.

 Особенно полезное влияние на кровеносные сосуды оказывают занятия циклическими видами упражнений : бег, плавание, бег на лыжах, на коньках, езда на велосипеде.

## 2.2. Физиологические изменения в дыхательной системе

При физической нагрузке потребление О2 и продукция СО2 возрастают в среднем в 15—20 раз. Одновременно усиливается вентиляция и ткани [организма](http://click02.begun.ru/click.jsp?url=N5NGDg0KCwoC5duupIly4s2wKHy3RQ4WZc-hwdvOdAWM6szPw1LrxUd4kT3qBTEekm6usYtjcxNNYdC7mYTS0C2C3YCEgzProh1lJkbGm3P1umzYDosxhy0zjlsqCyuQkFTsV1Aiv4ZawcqUlMrqXXrGGnYvd3N7Mfig*wkn-55gC6khFLf*HGAER39EUWop3qagDa8A5kQcVvmFtAplTKwZo4kl4zNVBChwQvsg67ki4xwEOHhjPxkb6qmuXlWVrRfw3G*913V6cOfJXFTgBJYwvj4) получают необходимое количество О2, а из [организма](http://click02.begun.ru/click.jsp?url=N5NGDg0KCwoC5duupIly4s2wKHy3RQ4WZc-hwdvOdAWM6szPw1LrxUd4kT3qBTEekm6usYtjcxNNYdC7mYTS0C2C3YCEgzProh1lJkbGm3P1umzYDosxhy0zjlsqCyuQkFTsV1Aiv4ZawcqUlMrqXXrGGnYvd3N7Mfig*wkn-55gC6khFLf*HGAER39EUWop3qagDa8A5kQcVvmFtAplTKwZo4kl4zNVBChwQvsg67ki4xwEOHhjPxkb6qmuXlWVrRfw3G*913V6cOfJXFTgBJYwvj4) выводится CO2.

Показателями работоспособности органов дыхания являются дыхательный объем, частота дыхания, жизненная емкость легких, легочная вентиляция, кислородный запрос, потребление кислорода, кислородный долг и др.

**Дыхательный объем** -- количество воздуха, проходящее через легкие при одном дыхательном цикле (вдох, выдох, дыхательная пауза). Величина дыхательного объема находится в прямой зависимости от степени тренированности к физическим нагрузкам и колеблется в состоянии покоя от 350 до 800 мл. В покое у нетренированных людей дыхательный объем находится на уровне 350-500 мл, у тренированных -- 800 мл и более. При интенсивной физической работе дыхательный объем может увеличиваться до 2500 мл.

**Частота дыхания** -- количество дыхательных циклов в 1 мин. Средняя частота дыхания у нетренированных людей в покое -- 16-20 циклов в 1 мин, у тренированных за счет увеличения дыхательного объема частота дыхания снижается до 8-12 циклов в 1 мин. У женщин частота дыхания на 1-2 цикла больше. При спортивной деятельности частота дыхания у лыжников и бегунов увеличивается до 20-28 циклов в 1 мин., у пловцов -- 36-45; наблюдались случаи увеличения частоты дыхания до 75 циклов в 1 мин.

**Жизненная емкость легких** -- максимальное количество воздyхa, которое может выдохнуть человек после полного вдоха (измеряется методом спирометрии). Средние величины жизненной емкости легких: у нетренированных мужчин -- 3500 мл, у женщин -- 3000; у тренированных мужчин -- 4700 мл, у женщин -- 3500. При занятиях циклическими видами спорта на выносливость (гребля, плавание, лыжные гонки и т.п.) жизненная емкость легких может достигать у мужчин 7000 мл и более, у женщин -- 5000 мл и более.

**Легочная вентиляция** -- объем воздуха, который проходит через легкие за 1 мин. Легочная вентиляция определяется путем умножения величины дыхательного объема на частоту дыхания. Легочная вентиляция в покое находится на уровне 5000-9000 мл (5-9 л). При физической работе этот объем достигает 50 л. Максимальный показатель может достигать 187,5 л при дыхательном объеме 2,5 л и частоте дыхания 75 дыхательных циклов в 1 мин.

**Кислородный запрос** -- количество кислорода, необходимого организму для обеспечения процессов жизнедеятельности в различных условиях покоя или работы в 1 мин. В покое в среднем кислородный запрос равен 200-300 мл. При беге на 5 км, например, он увеличивается в 20 раз и становится равным 5000-6000 мл. При беге на 100 м за 12 секунд, при пересчете на 1 мин кислородный запрос увеличивается дo 7000 мл.

**Суммарный, или общий, кислородный запрос** -- это количество кислорода, необходимое для выполнения всей работы.В состоянии покоя человек потребляет 250-300 мл кислорода в 1 мин. При мышечной работе эта величина возрастает.

Наибольшее количество кислорода, которое организм может потребить в минуту при определенно-интенсивной мышечной работе, называется *максимальным потреблени-ем кислорода* (МПК). МПК зависит от состояния сердечнососудистой и дыхательной систем, кислородной емкости крови, активности протекания процессов обмена веществ и других факторов.

Для каждого человека существует индивидуальный предел МПК, выше которого потребление кислорода не-возможно. У людей, не занимающихся спортом, МПК равно 2,0-3,5 л/мин, у спортсменов-мужчин может достигать 6 л/мин и более, у женщин -- 4 л/мин и более. Величина МПК характеризует функциональное состояние дыхательной и сердечнососудистой систем, степень тренированности организма к длительным физическим нагрузкам. Абсолютная величина МПК зависит также от размеров тела, поэтому для ее более точного определения рассчитывают относительное МПК на 1 кг массы тела.Для оптимального уровня здоровья необходимо обладать способностью потреблять кислород на 1 кг массы тела: женщинам не менее 42, мужчинам -- не менее 50 мл.

**Кислородный долг** - разница между кислородным запросом и количеством кислорода, которое потребляется во время работы за 1 мин. Например, при беге на 5000 м за 14 мин кислородный запрос равен 7 л/мин, а предел (по-толок) МПК у данного спортсмена -- 5,3 л/мин; следовательно, в организме каждую минуту возникает кислородный долг, равный 1,7 л кислорода, т.е. такое количество кислорода, которое необходимо для окисления продуктов обмена веществ, накопившихся при физической работе.

При длительной интенсивной работе возникает *суммарный кислородный долг*, который ликвидируется после окончания работы. Величина максимально возможного суммарного долга имеет предел (потолок). У нетренированных людей он находится на уровне 4-7 л кислорода, у тренированных -- может достигать 20-22 л.

Физическая тренировка способствует адаптации тканей к гипоксии (недостатку кислорода), повышает способность клеток тела к интенсивной работе при недостатке кислорода.

**Рекомендации по дыханию при занятиях физическими упражнениями и спортом**

Дыхательная система -- единственная внутренняя система, которой человек может управлять произвольно. Поэтому можно дать следующие рекомендации:

а) дыхание необходимо осуществлять через нос, и только в случаях интенсивной физической работы допускается дыхание одновременно через нос и узкую щель рта, образованную языком и нёбом. При таком дыхании воздух очищается от пыли, увлажняется и согревается, прежде поступить в полость легких, что способствует повышению эффективности дыхания и сохранению дыхательных путей здоровыми;

б) при выполнении физических упражнений необходимо регулировать дыхание:

· во всех случаях выпрямления тела делать вдох;

· при сгибании тела делать выдох;

· при циклических движениях ритм дыхания приспосабливать к ритму движения с акцентом на выдохе. Например, при беге делать на 4 шага вдох, на 5-6 шагов -- выдох или на 3 шага -- вдох и на 4-5 шагов -- выдох и т.д.

· избегать частых задержек дыхания и натуживания, что приводит к застою венозной крови в периферических сосудах.

Наиболее эффективно функцию дыхания развивают физические циклические упражнения с включением в работу большого количества мышечных групп в условиях чистого воздуха (плавание, гребля, лыжный спорт, бег и др.).

## 2.3. Физиологические изменения в опорно-двигательном аппарате

Скелетная мускулатура – главный аппарат, при помощи которого совершаются физические упражнения. Хорошо развитая мускулатура является надежной опорой для скелета. Например, при патологических искривлениях позвоночника, деформациях грудной клетки (а причиной тому бывает слабость мышц спины и плечевого пояса) затрудняется работа легких и сердца, ухудшается кровоснабжение мозга и т. д. Тренированные мышцы спины укрепляют позвоночный стол, разгружают его, беря часть нагрузки на себя, предотвращают "выпадение" межпозвоночных дисков, соскальзывание позвонков.

 Упражнения в циклических видах спорта действуют на организм всесторонне. Так, под их влиянием происходят значительные изменения в мышцах.

Если мышцы обречены на длительный покой, они начинают слабеть, становятся дряблыми, уменьшаются в объеме. Систематические же занятия легкой атлетикой способствуют их укреплению. При этом рост мышц происходит не за счет увеличения их длины, а за счет утолщения мышечных волокон. Сила мышц зависит не только от их объема, но и от силы нервных импульсов, поступающих в мышцы из центральной нервной системы. У тренированного, постоянно занимающегося физическими упражнениями человека эти импульсы заставляют сокращаться мышцы с большей силой, чем у нетренированного.

 Под влиянием физической нагрузки мышцы не только лучше растягиваются, но и становятся более твердыми. Твердость мышц объясняется, с одной стороны, разрастанием протоплазмы мышечных клеток и межклеточной соединительной ткани, а с другой стороны – состоянием тонуса мышц.

 Занятия легкой атлетикой способствуют лучшему питанию и кровоснабжению мышц. Известно, что при физическом напряжении не только расширяется просвет бесчисленных мельчайших сосудов (капилляров), пронизывающих мышцы, но и увеличивается их количество. Так, в мышцах людей, занимающихся легкой атлетикой, количество капилляров

значительно больше, чем у нетренированных, а следовательно, у них кровообращение в тканях и головном мозге лучше. Еще И. М. Сеченов – известный русский физиолог – указывал на значение мышечных движений для развития деятельности мозга.

 Как говорилось выше, под воздействием физических нагрузок развиваются такие качества как сила, быстрота, выносливость.

 Лучше и быстрее других качеств растет сила. При этом мышечные волокна увеличиваются в поперечнике, в них в большом количестве накапливаются энергетические вещества и белки, мышечная масса растет.

 Регулярные физические упражнения с отягощением (занятия с гантелями, штангой, физический труд, связанный с подъемом тяжестей) достаточно быстро увеличивает динамическую силу. Причем сила хорошо развивается не только в молодом возрасте, и пожилые люди имеют большую способность к ее развитию.

 Циклические тренировки также способствуют развитию и укреплению костей, сухожилий и связок. Кости становятся более прочными и массивными, сухожилия и связки крепкими и эластичными. Толщина трубчатых костей возрастает за счет новых наслоений костной ткани, вырабатываемой надкостницей, продукция

которой увеличивается с ростом физической нагрузки. В костях накапливается больше солей кальция, фосфора, питательных веществ. А ведь чем более прочность скелета, тем надежнее защищены внутренние органы от внешних повреждений.

 Увеличивающаяся способность мышц к растяжению и возросшая эластичность связок совершенствуют движения, увеличивают их амплитуду, расширяют возможности адаптации человека к различной физической работе.

##  2.4. Физиологические изменения в нервной системе.

  При систематических занятиях циклическими видами спорта улучшается кровоснабжение мозга, общее состояние нервной системы на всех её уровнях. При этом отмечаются большая сила, подвижность и уравновешенность нервных процессов, поскольку нормализуются процессы возбуждения и торможения, составляющие основу физиологической деятельности мозга. Самые полезные виды спорта – это плавание, лыжи, коньки, велосипед, теннис.
  При отсутствии необходимой мышечной активности происходят нежелательные изменения функций мозга и сенсорных систем, снижается уровень функционирования подкорковых образований, отвечающих за работу, например, органов чувств (слух, равновесие, вкус) или ведающих жизненно важными функциями  (дыхание, пищеварение, кровоснабжение). Вследствие этого наблюдается снижение общих защитных сил организма, увеличение риска возникновения различных заболеваний. В таких случаях характерны неустойчивость настроения, нарушение сна, нетерпеливость, ослабление самообладания.

 Физические тренировки оказывают разностороннее влияние на психические функции, обеспечивая их активность и устойчивость. Установлено, что устойчивость внимания, восприятия, памяти находится в прямой зависимости от уровня разносторонней физической подготовленности.

Основным свойством нервной системы, которое может учитываться при отборе в циклические виды спорта, является  уравновешенность. Считается, что чем длиннее дистанция, тем меньше требования, предъявляемые к силе нервных процессов, и больше - к уравновешенности.

***Основные процессы, происходящие в нервной системе во время интенсивной физической нагрузки***

  Формирование в головном мозге модели конечного

 результата деятельности.
  Формирование в головном мозге программы

 предстоящего поведения.
  Генерация в головном мозге нервных импульсов,

 запускающих мышечное сокращение, и передача их

 мышцам.
  Управление изменениями в системах,

 обеспечивающих мышечную деятельность и не

 принимающих участие в мышечной работе.

  Восприятие информации о том, каким образом

 происходит сокращение мышц, работа других

 органов, как изменяется окружающая обстановка.
  Анализ информации, поступающей от структур

 организма и окружающей обстановки.
  Внесение при необходимости коррекций в программу

 поведения, генерация и посылка новых исполнительных команд мышцам.

## 2.5. Физиологические изменения в обмене веществ организма и в железах внутренней секреции

Умеренные физические нагрузки оказывают благоприятное влияние на процессы обмена веществ в организме.

**Обмен белков** у спортсменов характеризуется положительным азотным балансом, то есть количество потребляемого азота (главным образом азот содержится в белках) превосходит количество выделяемого азота. Отрицательный азотный баланс наблюдается во время болезней, похудания, нарушения обмена веществ. У людей, занимающихся спортом, белки используются главным образом для развития мышц и костей. В то время как у нетренированных людей – для получения энергии (при этом выделяется ряд вредных для организма веществ).

**Обмен жиров** у спортсменов ускоряется. Гораздо больше жиров используется во время физической активности, следовательно, меньше жиров запасается под кожей. Регулярные занятия легкой атлетикой снижают количество, так называемых, атерогенных липидов, которые приводят к развитию тяжелой болезни кровеносных сосудов – [атеросклероз](http://www.tiensmed.ru/illness/ateroscleroz.html).

**Обмен углеводов** во время занятий циклическими видами спорта ускоряется. При этом [углеводы](http://www.tiensmed.ru/articles/correctfeed7_1.html) (глюкоза, фруктоза) используются для получения энергии, а не запасаются в виде жиров. Умеренная мышечная активность восстанавливает чувствительность тканей к глюкозе и предупреждает развитие диабета 2 типа. Для выполнения быстрых силовых движений (поднимание тяжестей) тратятся в основном углеводы, а вот во время продолжительных несильных нагрузок (например, ходьба или медленный бег), – [жиры](http://www.tiensmed.ru/articles/correctfeed7_2.html).

**Железы внутренней секреции**

Изменения активности желез внутренней секреции во время занятий циклическими видами спорта зависят от характера выполняемой работы, ее длительности и интенсивности. В любом случае эти изменения направлены на обеспечение максимальной работоспособности организма.

Даже если организм еще не начал выполнять мышечную работу, но готовится к ее осуществлению (состояние спортсмена перед стартом), в организме наблюдаются изменения в деятельности желез внутренней секреции, характерные для начала работы.

**Изменения при значительных мышечных нагрузках**

|  |  |
| --- | --- |
| **Изменение секреции гормона**  | **Физиологический эффект**  |
| **Гормоны, содержание которых повышается**  |
| Повышается выделение адреналина и норадреналина мозгового вещества надпочечников. | Повышается возбудимость нервной системы, увеличивается частота и сила сердечных сокращений, увеличивается частота дыхания, расширяются бронхи, расширяются кровеносные сосуды мышц, головного мозга, сердца, сужаются кровеносные сосуды неработающих органов (кожи, почек, пищеварительного тракта и др.), увеличивается скорость распада веществ, освобождая энергию для мышечного сокращения. |
| Повышается выделение гормона роста (соматотропного гормона) гипофиза | Усиливается распад жиров в жировой ткани, облегчается их использование как источника энергии для мышечного сокращения. Облегчается усвоение клетками питательных веществ. |
| Повышается выделение гормона гипофиза, стимулирующего деятельность коркового вещества надпочечников (адренокортикотропного гормона). | Увеличивается выделение гормонов коркового вещества надпочечников. |
| Повышается выделение глюкокортикоидов и минералокортикоидов коркового вещества надпочечников. | Под влияние глюкокортикоидов увеличивается скорость образования углеводов в печени и выход углеводов из печени в кровяное русло. Из крови углеводы могут поступить в работающие мышцы, обеспечивая их энергией. Под влиянием минералокортикоидов происходит задержка воды и натрия в организме и увеличивается выделение калия из организма, что предохраняет организм от обезвоживания и поддерживает ионное равновесие внутренней среды. |
| Повышается выделение вазопрессина задней доли гипофиза. | Сужаются кровеносные сосуды (неработающих органов), обеспечивая дополнительный резерв крови для работающих мышц. Уменьшается выделение воды почками, что предотвращает организм от обезвоживания. |
| Повышается выделение глюкагона внутрисекреторных клеток поджелудочной железы. | Облегчается распад углеводов и жиров в клетках, выход углеводов и жиров из мест их хранения в кровь, откуда они могут быть использованы мышечными клетками в качестве источника энергии. |
| **Гормоны, содержание которых снижается**  |
| Снижается выделение гонадотропного гормона гипофиза (гормона регулирующего деятельность половых желез). | Уменьшается активность половых желез. |
| Снижается выделение половых гормонов половых желез (при силовой нагрузке содержание тестостерона может повышаться, особенно в восстановительный период). | Уменьшается специфическое действие половых гормонов. |
| Снижается выделение аналогов половых гормонов коркового вещества надпочечников. | Уменьшается специфическое действие половых гормонов. |
| Снижается выделение инсулина внурисекреторных клеток поджелудочной железы. | Блокируется отложение углеводов в запас, что облегчает их использование в качестве источника энергии для мышечного сокращения. |

Изменения в деятельности других желез внутренней секреции малозначительны или недостаточно изучены.

#

# 3. Характеристика процессов утомления и восстановления в циклических видах спорта

## 3.1. Физиологические и биохимические основы утомления при занятиях легкой атлетикой

Проблема утомления считается актуальной общебиологической проблемой, представляет большой теоретический интерес и имеет важное практическое значение для деятельности человека, занимающегося легкой атлетикой. Вопрос о правильной трактовке процесса утомления долгое время оставался дискуссионным. Ныне оно рассматривается как *состояние организма, возникающее вследствие выполнения физической работы и проявляющееся во временном снижении работоспособности, в ухудшении двигательных и вегетативных функций, их дискоординации и появлении чувства усталости*.

Как показали исследования последних десятилетий, структуру той или иной мышцы составляют различные по функциональным особенностям и организации деятельности двигательные единицы (ДЕ), которые, как и мышечные волокна, имеют свои функциональные отличия. P. E. Burke (1975) предложил разделить ДЕ исходя из сочетания двух свойств - скорости сокращения и устойчивости к утомлению. Им было выдвинуто четыре типа ДЕ (табл. 1).

**Таблица 1. Типы двигательных единиц**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Типы | Свойства | Способность волокон ДЕ |
| S FR | Медленные, весьма устойчивые к утомлению | Утилизация аэробных источников энергии |
| Быстрые, устойчивые к утомлению | Приспособлены к обоим типам энергетического обмена |
| FF | Быстрые, быстро утомляемые | Более способны к анаэробному гликолизу |
| F(i) | Быстрые, промежуточные |   |

Есть мнение (Гидиков А.А., 1975; Козаров Д., Шапков Ю.Т., 1983), что у человека наиболее надёжно различаются лишь ДЕ, относящиеся к двум крайним типам - медленные, устойчивые к утомлению (S) и быстрые, быстро утомляемые (FF).

***Виды утомления***. В развитии утомления различают *скрытое (преодолеваемое) утомление*, при котором сохраняется высокая работоспособность, поддерживаемая волевым усилием. Экономичность двигательной деятельности в этом случае падает, работа выполняется с большими энергетическими затратами. Это компенсируемая форма утомления. При дальнейшем выполнении работы развивается *некомпенсированное (полное) утомление*. Главным признаком этого состояния является снижение работоспособности. При некомпенсированном утомлении угнетаются функции надпочечников, снижается активность дыхательных ферментов, происходит вторичное усиление процессов анаэробного гликолиза.

Различают *3 стадии утомления*. В частности, при выполнении физической нагрузки в *первой* стадии утомления по сравнению с выполнением таковой в "устойчивом" состоянии происходят более глубокие сдвиги в показателях сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Во *второй* стадии утомления наблюдается дальнейшее снижение биоэлектрической активности коры большого мозга и более напряженная деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем. *Третья* стадия утомления характеризуется снижением биоэлектрической активности коры большого мозга (до 22% по сравнению с предыдущими двумя стадиями утомления) и ухудшением функционирования сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

В работающих мышцах при утомлении происходит исчерпание запасов энергетических субстратов (АТФ, КФ, гликоген), накапливаются продукты распада (молочная кислота, кетоновые тела) и отмечаются резкие сдвиги внутренней среды организма. При этом нарушается регуляция процессов, связанных с энергетическим обеспечением мышечного сокращения, появляются выраженные изменения в деятельности систем легочного дыхания и кровообращения.

Как известно запасы АТФ в мышцах незначительны, их едва хватает на 1 с напряженной мышечной работы. Запасов креатинфосфата (КФ), используемого для ресинтеза АТФ при работе максимальной интенсивности, хватает всего на 6-8 с. Снижение скорости ресинтеза АТФ может явиться причиной наступающего утомления.

В скелетной мышце человека после максимальной кратковременной работы до отказа концентрация КФ падает почти до нуля, а концентрация АТФ - примерно до 60-70% значения в состоянии покоя.

В состоянии утомления снижается концентрация АТФ в нервных клетках и нарушается синтез ацетилхолина в синаптических образованиях, в результате чего нарушается деятельность ЦНС по формированию двигательных импульсов и передаче их к работающим мышцам; замедляется скорость переработки сигналов, поступающих от проприо- и хеморецепторов; в моторных центрах развивается охранительное торможение, связанное с образованием гамма-аминомасляной кислоты.

При утомлении в процессе тренировок угнетается деятельность желез внутренней секреции, что ведёт к уменьшению выработки гормонов и снижению активности ряда ферментов. Прежде всего, это сказывается на миофибриллярной АТФ-азе, контролирующей преобразование химической энергии в механическую работу. При снижении скорости расщепления АТФ в миофибриллах автоматически уменьшается и мощность выполняемой работы. В состоянии утомления уменьшается активность ферментов аэробного окисления и нарушается сопряжение реакций окисления с ресинтезом АТФ. Для поддержания необходимого уровня АТФ происходит вторичное усиление гликолиза, сопровождающееся закислением внутренних сред и нарушением гомеостаза. Усиливающийся катаболизм белковых соединений сопровождается повышением содержания мочевины в крови.

Максимальная физическая нагрузка большой длительности приводит организм спортсмена к увеличению продуцирования в мышечных клетках молочной кислоты, диффундирующей затем в крови и вызывающей изменения кислотно-щелочного равновесия. Снижение рН внутренней среды влияет на активность ряда ферментов, которая бывает наивысшей в слабощелочной среде (рН = 7,35 - 7,40). Снижение рН в процессе физической нагрузки максимальной и субмаксимальной интенсивности приводит к уменьшению активности многих ферментов, в частности фосфофруктокиназы, АТФ-азы. У спортсменов величина рН может составлять 6,9 и ниже (после нагрузки высокой интенсивности в течение 40-60 с) (Osnes J.-B., Hermansen L, 1997).

Научные исследования показали, что важное значение в определении функционального состояния спортсменов играют показатели активности симпато-адреналовой системы (САС). Являясь интегральным нейро-гормональным индикатором, характеризующим стрессовую и эмоциональную реакцию спортсменов в ответ на тренировочные и соревновательные нагрузки, эта система играет важнейшую гомеостатическую и адаптационно-трофическую роль в организме. Её можно использовать для оценки текущего состояния, эмоционального напряжения, в предстартовом периоде и на соревнованиях, развития утомления и адаптационных процессов в организме.

В исследовании В. В. Мехрикадзе (1985) было показано, что при кратковременной интенсивной нагрузке(тренировке, направленной на увеличение скорости бега) по сравнению с предтренировочным фоном наблюдалась достоверная активация гормонального и медиаторного звеньев САС. Было отмечено повышенное выделение адреналина (в 3 раза), норадреналина (в 1,5 раза), однако резервные возможности системы, существенно не изменялись.

У спринтеров при нагрузке скоростной направленности САС преимущественно реагирует адреналовой реакцией. Это хорошо согласуется с известными представлениями о том, что адреналин -"гормон тревоги" ответствен за быструю мобилизацию энергетических ресурсов, быстрый переход организма из состояния покоя в состояние повышенной активности.

**Таблица 4. Характеристика зон мощности в процессе выполнения физических упражнений**

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика физиологических показателей | Виды упражнений |
| Максимальной анаэробной (анаэробной)Утомление связано прежде всего с кислородно-транспортной системой, лимитирующей работоспособность. Энергообеспечение осуществляется за счет фосфагенной энергетической системы (АТФ+КФ) при некотором участии лактацидной (гликолитической) системы. "Средняя" лёгочная вентиляция не превышает 20-30% от максимальной. ЧСС повышается ещё до старта - 140-150, а после финиша - 160-180 уд/мин. Концентрация лактата в крови после работы составляет 5-8 ммоль/л. Перед выполнением упражнений несколько повышается концентрация глюкозы в крови. До и в процессе выполнения упражнений в крови повышается концентрация катехоламинов и гормона роста, снижается концентрация инсулина. Кислородный запрос может составлять 7-14 л, а кислородный долг- 6-12 л, то есть 90-95% от кислородного долга | Бег на 100 м, спринтерская велогонка на треке, плавание и ныряние на дистанцию до 50 м. Продолжительность - до 30 с |
| Околомаксимальной анаэробной (смешанной)Утомление связано прежде всего с кислородно-транспортной системой, лимитирующей работоспособность. Предстартовое повышение ЧСС - до 150-160, после финиша пульс достигает 180-190 уд/мин. В процессе выполнения упражнений легочная вентиляция растёт и к завершению достигает 50-60% от максимальной рабочей вентиляции для данного спортсмена (60-80 л/мин.). Возрастает скорость потребления O2 и достигает 70-80% от индивидуального МПК. Концентрация лактата в крови после упражнения высокая - до 15 ммоль/л. Она тем выше, чем больше дистанция и выше квалификация спортсмена. Концентрация глюкозы повышена - до 100-120 мг% | Бег на 200-400 м, плавание на дистанциях до 100 м, бег на коньках на 500 м. Продолжительность от -20 до 50 с |
| Субмаксимальной анаэробной.В развитии утомления определяющим фактором является недостаточное снабжение мышц кислородом (энергетическое обеспечение идёт за счёт анаэробного гликолиза). Кислородный запрос может достигать 20-40 л, а уровень энергетических затрат в 4-5 раз превышает максимум аэробного производства энергии. ЧСС, сердечный выброс, лёгочная вентиляция могут быть близки к максимальным значениям для конкретного спортсмена. Концентрация лактата в рабочих мышцах и крови - до 20-25 ммоль/л. Соответственно рН крови снижается до 7,0. Повышается глюкоза в крови - до 1 50 мг%. Высоко содержание в плазме крови катехоламинов и гормона роста. Под влиянием продуктов анаэробного распада меняется проницаемость клеточных мембран для белков, увеличивается их содержание в крови, они могут выходить в мочу, где их концентрация достигает 1 ,5%. | Бег на 800 м, плавание на 200 м, бег на коньках на 1000 и 1500 м, заезды на 1 км в велоспорте (трек). Продолжительность - от 1 до 2 мин |

В заключение следует подчеркнуть, что напряженная и длительная физическая нагрузка обязательно сопровождается той или иной степенью утомления, которое, в свою очередь, вызывает процессы восстановления, стимулирует адаптационные перестройки в организме. Соотношение утомления и восстановления и есть, по существу, физиологическая основа процесса спортивной тренировки.

##

## 3.2. Течение восстановительных процессов в организме спортсменов после занятия легкой атлетикой

Ещё И. П. Павловым были вскрыты ряд закономерностей течения восстановительных процессов, не потерявших значения в настоящее время.

1. В работающем органе наряду с процессами разрушения и истощения происходит процесс восстановления, он наблюдается не только после окончания работы, но уже и в процессе деятельности.

2. Взаимоотношения истощения и восстановления определяются интенсивностью работы; во время интенсивной работы восстановительный процесс не в состоянии полностью компенсировать расход, поэтому полное возмещение потерь наступает позднее, во время отдыха.

3. Восстановление израсходованных ресурсов происходит не до исходного уровня, а с некоторым избытком (явление избыточных компенсаций).

Взгляды И.П. Павлова развил его ученик Ю. В. Фольборт (1951), который заключил, что повторные физические нагрузки могут вести к развитию двух противоположных состояний:

если каждая последующая нагрузка приходится на ту фазу восстановления, в которой организм достиг исходного состояния, то развивается состояние тренированности, возрастают функциональные возможности организма; если же работоспособность ещё не вернулась к исходному состоянию, то новая нагрузка вызывает противоположный процесс - *хроническое истощение*. Постепенное исчезновение явлений утомления, возвращение функционального статуса организма и его работоспособности к дорабочему уровню либо превышение последнего соответствует периоду восстановления. Продолжительность этого периода зависит от характера и степени утомления, состояния организма, особенностей его нервной системы, условий внешней среды. В зависимости от сочетания перечисленных факторов восстановление протекает в различные сроки - от минут до нескольких часов или суток при наиболее напряжённой и длительной работе.

В зависимости от общей направленности [биохимических](http://fatalenergy.com.ru/terms/) сдвигов в организме и времени, необходимом для их возвращения к норме, выделяются **два типа восстановительных процессов** - *срочное и отставленное. Срочное* восстановление распространяется на первые 0,5-1,5 часа отдыха после работы; оно сводится к устранению накопившихся за время упражнения продуктов анаэробного распада и оплате образовавшегося долга; *отставленное* восстановление распространяется на многие часы отдыха после работы. Оно заключается в усиливающихся процессах пластического обмена и реставрации нарушенного во время упражнения ионного и эндокринного равновесия в организме. В период отставленного восстановления завершается возвращение к норме энергетических запасов организма, усиливается синтез разрушенных при работе структурных и ферментных белков. В целях рационального чередования нагрузок необходимо учитывать скорость протекания восстановительных процессов в организме спортсменов после отдельных упражнений, их комплексов, занятий, микроциклов. Известно, что восстановительные процессы после любых нагрузок протекают разновременно, при этом наибольшая интенсивность восстановления наблюдается сразу после нагрузок. По данным В. М. Зациорского (1990), при нагрузках разной направленности, величины и продолжительности в течение первой трети восстановительного периода протекает около 60%, во второй -30% и в третьей - 10% восстановительных реакций. Восстановление функций после работы характеризуется рядом существенных особенностей, которые определяют не только процесс восстановления, но и преемственную взаимосвязь с предшествующей и последующей работой, степени готовности к повторной работе. К числу таких особенностей относят: неравномерное течение восстановительных процессов; фазность восстановления мышечной работоспособности; гетерохронность (неодновременность) восстановления различных вегетативных функций; неодинаковое восстановление вегетативных функций, с одной стороны, и мышечной работоспособности - с другой.

**Таблица 5. Время, необходимое для завершения восстановления различных биохимических процессов в период отдыха после напряжённой мышечной работы**

|  |  |
| --- | --- |
| Процессы | Время восстановления |
| Восстановление О2 – запасов в организме | 10-15с |
| Восстановление алактатных анаэробных резервов в мышцах | 2-5мин |
| Оплата алактатного О2 - долга | 3-5 мин |
| Устранение молочной кислоты | 0,5-1,5ч |
| Оплата лактатного О2 - долга | 0,5-1, 5ч |
| Ресинтез внутримышечных запасов гликогена | 12-48ч |
| Восстановление запасов гликогена в печени | 12-48ч |
| Усиление индуктивного синтеза ферментных и структурных белков | 12-72ч |

Интенсивность протекания восстановительных процессов и сроки восполнения энергетических запасов организма зависят от интенсивности их расходования во время выполнения упражнения (правило В.А. Энгельгартда). Интенсификация процессов восстановления приводит к тому, что в определенный момент отдыха после работы запасы энергетических веществ превышают их дорабочий уровень. Это явление получило название *суперкомпенсации, или сверхвосстановления*. Протяженность фазы суперкомпенсации во времени зависит от общей продолжительности выполнения работы и глубины вызываемых ею биохимических сдвигов в организме.

 Практика доказала, что только совокупное использование педагогических, медико-биологических, психологических средств и методов может составить наиболее эффективную систему восстановления.

# Заключение

Итак, в ходе выполнения данной работы цели, поставленные во введении, я считаю выполненными.
В первой части работы я подробно охарактеризовала работу мышечной системы, раскрыла классификации мышечной деятельности и основные зоны мощности. Вторая часть работы посвящена описанию влияния циклических видов спорта на организм человека. В заключительной главе моей курсовой работы я проанализировала процессы утомления и восстановления, которые всегда сопутствуют тренировке по легкой атлетики.

Исходя из изучения литературных источников можем сделать вывод,.что занятия легкой атлетикой оказывают разностороннее влияние на организм человека. Способствуют равномерному развитию мышц, тренируют и укрепляют сердечно-сосудистую, дыхательную и нервную системы, опорно-двигательный аппарат, повышают обмен веществ. К сожалению, занятия циклическими видами спорта оказывают не только положительный эффект на организм человека. Спортсменам легкоатлетам сопутствуют болезни сердечно сосудистой системы (аритмия, дистрофии миокарда вследствие физического перенапряжения), Согласно литературным данным, у спортсменов циклических видов спорта часто наблюдаются изменения в состоянии красной крови, связанные со снижением количества эритроцитов, уровня гемоглобина и железа в сыворотке крови, болезни суставов, всякого рода вывихи и смещения позвонков. Также сюда относится переутомление, хроническое перенапряжение ведущих органов. Все эти нарушения свидетельствуют о срыве адаптации и требуют комплекса восстановительных и терапевтических мероприятий. Очень важный фактор при этом - полноценное питание с включением в пищу достаточного количества витаминов, микроэлементов, минеральных солей. Использование знаний физиологии и медицины в решении многочисленных задач, стоящих перед спортивными педагогами, физиологами, врачами, может дать возможность управления тренировочным процессом, процессами восстановления после тренировочных и соревновательных нагрузок, повышения спортивной работоспособности, что в конечном итоге неминуемо приведет к достижению спортсменом высоких спортивных результатов.

#

# Список литературы

1. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. - М.: Медицина, 1975.- 477 с.
2. Анохин П.К. Узловые вопросы теории функциональной системы. - М.: Наука, 1980. - 197 с.
3. Балыкин М., Х. Каркобатов, А. Чонкоева, Е. Блажко, Р. Юлдашев, Ю. Пенкина. Структурная "цена" адаптации к физическим нагрузкам в условиях высокогорья// Человек в мире спорта: новые идеи, технологии, перспективы /Тез. докл. Междунар. конгр. М., 24-28 мая 1998 г.,т.1, с.170-171.
4. Верхошанский Ю.В. Горизонты научной теории и методологии спортивной тренировки //Теор. и практ. физ. культ." 1998, № 7, с. 41-54.
5. Виру А.А., П.К.Кырге .Гормоны и спортивая работоспо собность. - М.: ФиС, 1983. - 159 с.
6. Волков Н.И. Закономерности биохимической адаптации в процессе спортивной тренировки: Учебн. пос. для слушат. Высш. шк. тренеров ГЦОЛИФКа. М., 1986. - 63 с.
7. Волков Н.И. Биология спорта на пороге ХХI века: Юбилейный сборник трудов ученых РГАФК, т.1. - М.: ФОН, 1998. - с. 55-60.
8. Воробьев А.Н. Тяжелоатлетический спорт. Очерки по физиологии и спортивной тренировке. Изд. 2-е. - М.: ФиС, 1977. - 255 с.
9. Воронцов А.Р. Теоретические основы воспитания специальной выносливости пловца //Лекции для студ. ИФК. - М.: ГЦОЛИФК, 1981. - 47 с.
10. Гаркави Л.Х.,Е.Б. Квакина, М.А.Уколова. Адаптацион ные реакции и резистентность организма. - Ростов-на-Дону: Ростовский ун-т, 1977. - 109 с.
11. Гаркави Л.Х., Е.Б. Квакина, М.А. Уколова. Адаптацион ные реакции и резистентность организма. 2-е изд., доп. - Ростов-на-Дону: Ростовский ун-т, 1979. - 128 с.
12. Горизонтов П.Д., Т.Н. Протасова. Роль АКТГ и кортикостероидов в патологии. - М.: Медицина, 1968. - 335 с.
13. Иорданская Ф.А. О норме и патологии у ведущих спортсменов / Донозологические состояния у спортсменов и слабые звенья адаптации к мышечной деятельности. - М., 1982. - с.10-18.
14. Коновалов В. Изучение адаптационных реакций организма спортсменов, специализирующихся в легкоатле тических видах на выносливость // Человек в мире спорта: новые идеи, технологии, перспективы/Тез. докл. Междунар. конгр. Москва, 24-28 мая 1998 года.Т.1, с.84-85.
15. Кузнецова Т.Н. Контроль за переносимостью нагрузок в спортивном плавании по показателям системы белой крови: Автореф. канд. дис. М., 1989. - 17 с.
16. Матвеев Л.П. О проблемах теории и методики спортивной тренировки // Теор. и практ. физ. культ.1964,№ 4.
17. Матвеев Л.П. Основы спортивной тренировки. - М.: ФиС, 1977. - 248 с.
18. Меерсон Ф.З.,М.Г. Пшенникова. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам. - М.: Медицина, 1988. - 256 с.
19. Павлов С.Е., В.В. Асеев и др. Использование низкоэнергетических инфракрасных лазеров в спортивной медицине, как средства повышения спортивной работоспо собности // Современное состояние проблемы применения лазерной медицинской техники в клинической практике. Ч.1. М., 1992, с.95.

20.Павлов С.Е.,Т.Н. Кузнецова . Методика применения физиотерапевтических средств (низкоэнергетических ИК-лазеров) в тренировочном процессе пловцов. Метод. разраб. для преподавателей, аспирантов и студентов РГАФК. - М.: РГАФК, 1997. - 52 с.