МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ, МОЛОДЕЖИ И СПОРТА УКРАИНЫ

СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

РЕФЕРАТ

на тему: «Физиологическая характеристика мышечной работы»

Выполнила студентка гр. ЭП-21д

Степаненко Ю.О.

Приняла Олейник Г. Н.

Севастополь

2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение………………………………………………………………….....................................3

1. Физиология мышечной деятельности………………………………………………..…….4
   1. Основные механизмы мышечной деятельности………………………………………7
2. Энергетика мышечной деятельности……………………………......................................13
   1. Основные источники энергии мышц…………………………………………………18
3. Виды физической работы………………………………………………..………………..20

**3.1.** Статическая и динамическая мышечная работа…………………………………….22

**3.2.** Локальная, региональная, общая мышечная работа………………………………..23

1. Преобразование в органах и системах, вызванные физическими нагрузками………...24
2. Адаптивная перестройка органов и систем к мышечной деятельности………….........28

Заключение……………………………………………………………………………………...31

Библиографический список……………………………………………………………………32

**Введение**

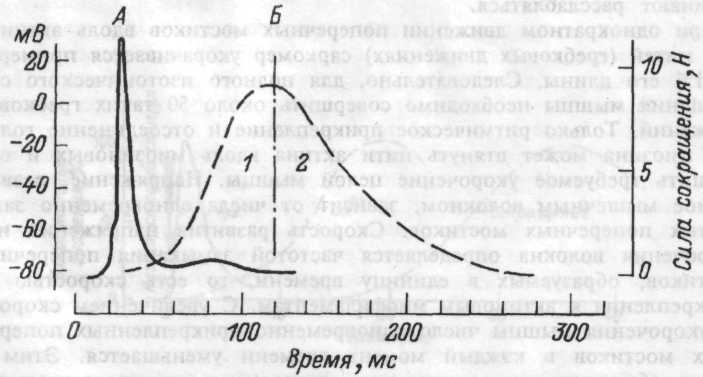
Мышцы – активная часть двигательного аппарата. Благодаря им, возможны: все многообразие движений между звеньями скелета (туловищем, головой, конечностями), перемещение тела человека в пространстве (ходьба, бег, прыжки, вращения и т. п.), фиксация частей тела в определенных положениях, в частности сохранение вертикального положения тела. С помощью мышц осуществляются механизмы дыхания, жева­ния, глотания, речи, мышцы влияют на положение и функцию внут­ренних органов, способствуют току крови и лимфы, участвуют в об­мене веществ, в частности теплообмене. Кроме того, мышцы – один из важнейших анализаторов, воспринимающих положение тела че­ловека в пространстве и взаиморасположение его частей. В теле человека насчитывается около 600 мышц. Большинство из них парные и расположены симметрично по обеим сторонам тела человека. Мышцы составляют: у мужчин – 42% веса тела, у женщин – 35%, в пожилом возрасте – 30%, у спортсменов – 45-52%. Более 50% веса всех мышц расположено на нижних конеч­ностях; 25-30% – на верхних конечностях и, наконец, 20-25% – в области туловища и головы. Нужно, однако, заметить, что сте­пень развития мускулатуры у разных людей неодинакова. Она зависит от особенностей конституции, пола, профессии и других фак­торов. У спортсменов степень развития мускулатуры определяется не только характером двигательной деятельности. Систематические физические нагрузки приводят к структурной перестройке мышц, увеличению ее веса и объема. Этот процесс перестройки мышц под влиянием физической нагрузки получил название функциональной гипертрофии. В зависимости от места расположения мышц их подразделяют на соответствующие топографические группы. Различают мышцы головы, шеи, спины, груди, живота; пояса верхних конечностей, плеча, предплечья, кисти; таза, бедра, голени, стопы. Кроме этого, могут быть выделены передняя и задняя группы мышц, поверхностные и глубокие мышцы, наружные и внутренние.

1. **Физиология мышечной деятельности**

Физиология мышечной деятельности - специальный раздел физиологии, изучающий изменения функций организма под влиянием мышечной работы. Мышца - основной элемент, подвергающийся нагрузке в процессе тренировок. Она является сложным молекулярным двигателем, способным непосредственно преобразовывать химическую энергию в механическую работу. Отдельное мышечное волокно представляет собой вытянутую гигантскую многоядерную клетку. Как и любая другая клетка, мышечное волокно имеет мембранную оболочку – сарколемму. Сарколемма обладает избирательной проницаемостью для различных веществ, - таким образом регулируется поступление веществ из внеклеточной среды в клетку, и из клетки во внеклеточную среду. На поверхности сарколеммы располагаются окончания двигательных нервов, по которым к мышечному волокну передаются нервные импульсы, вызывающие сокращение мышечного волокна.  
В отличие от всех остальных видов клеток, имеющих по одному ядру, расположенному в центре, в мышечном волокне содержатся несколько ядер, которые расположены на периферии, непосредственно под мембранной оболочкой (сарколеммой). В каждом ядре содержатся дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК). В молекулах ДНК хранится информация о первичной структуре белка. Процессы синтеза белка локализованы вне ядра клетки - в рибосомах, - клеточных образованиях, расположенных в саркоплазме мышечных волокон. Сами ДНК непосредственного участия в синтезе белка не принимают, – их функциональное значение – сохранение и передача генетической информации о структуре белковых молекул. Всё внутреннее пространство мышечного волокна заполнено саркоплазмой, - коллоидным белковым раствором, обладающим значительной вязкостью. В саркоплазме расположены миофибриллы – длинные тонкие белковые нити, являющиеся сократительными элементами мышечного волокна. Миофибриллы состоят из тонких и толстых нитей. При сокращении мышечного волокна миофибриллярные нити не укорачиваются, - сокращение осуществляется посредством скольжения толстых и тонких нитей относительно друг друга (тонкие нити втягиваются между толстыми). Степень перекрывания толстых и тонких нитей относительно друг друга во многом зависит от развиваемого мышцей напряжения. При значительной нагрузке степень перекрывания сократительных нитей близка к максимальной. При максимальном растяжении мышечных волокон число образованных связей между толстыми и тонкими миофибриллярными нитями незначительно. Чем больше связей образуется между миофибриллярными нитями, тем большую силу проявляют мышечные волокна.  
В скелетных мышцах различают два основных типа мышечных волокон: быстросокращающиеся, белые или быстрые волокна, и медленносокращающиеся, красные или медленные волокна. Быстросокращающиеся мышечные волокна характеризуются большим количеством миофибрилл, высоким содержанием креатинфосфата, гликогена, высокой активностью ферментов гликолиза, низким содержанием митохондрий, слаборазвитой капиллярной сетью. По площади поперечного сечения миофибриллы белых мышечных волокон значительно превосходят миофибриллы красных волокон. Увеличение мышечной массы связано, главным образом, с утолщением (гипертрофией) быстросокращающихся белых волокон. Гипертрофия мышечных волокон (увеличение площади поперечного сечения) представляет собой физиологический механизм адаптации к кратковременной физической работе максимальной мощности. Скелетные мышцы подчиняются нервной регуляции. Возбуждение и сокращение мышечных волокон возникает в ответ на нервные импульсы, исходящие от мотонейронов, - нервных клеток, расположенных в спинном мозге. Передача возбуждения в виде нервного импульса от нейронов головного мозга к мотонейронам, и от мотонейронов к мышечным волокнам осуществляется через аксоны. Аксон представляет собой длинное нервное волокно диаметром 10 – 15 микрон. Разветвлённое окончание аксона позволяет каждому мотонейрону иннервировать несколько мышечных волокон. Клеточные образования, обеспечивающие переход возбуждения с аксона на иннервируемое им мышечное волокно называется синапсами. Окончания аксона образуют многочисленные синапсы на клеточных мембранах мышечных волокон.   
В процессе функциональной адаптации к регулярно повторяющимся физическим нагрузкам в нейронах и мотонейронах происходят структурные изменения, направленные на повышение работоспособности данных отделов центральной нервной системы. В результате адаптации, наряду с гипертрофией нервных клеток, повышается способность нервной системы в ответ на нагрузку рекрутировать большее количество мотонейронов.   
Утомление в процессе мышечной деятельности во многом определяется биохимическими изменениями, происходящими в центральной нервной системе, - в двигательных центрах головного мозга развивается предельное торможение, предохраняющее нервные клетки от переутомления. Распространение возбуждения по мышечным волокнам происходит вследствие образования в них потенциала действия, который распространяется вдоль всего мышечного волокна. Скорость, с которой потенциал действия распространяется по поверхности мышечного волокна, составляет от 4 до 6 метров в секунду. Между внешней и внутренней мембранной оболочкой мышечного волокна (сарколеммой) в покое существует разность потенциалов (внешняя сторона мембраны заряжена положительно, внутренняя – отрицательно). Нервный импульс, поступающий от мотонейрона к мышечному волокну, вызывает локальную деполяризацию мембраны, с последующим образованием потенциала действия и распространением электрической волны по поверхности всего мышечного волокна. Свойства мышечных волокон (скорость и сила сокращения) коррелируют со свойствами иннервирующих их мотонейронов и толщиной аксонов, по которым нервные импульсы передаются от мотонейронов к мышечным волокнам. Чем больше диаметр аксона, тем больше скорость проведения возбуждения. Высокопороговые крупные мотонейроны, иннервирующие быстрые (белые) мышечные волокна, имеют наибольшие по диаметру аксоны. Тогда как от низкопороговых мотонейронов, иннервирующих медленные (красные) мышечные волокна, отходят аксоны с небольшим диаметром.  
Мотонейрон, его аксон и все иннервируемые им мышечные волокна образуют двигательную единицу. Мышечные волокна, относящиеся к одной двигательной единице, обладают одинаковыми морфологическими свойствами и гистохимической структурой. Количество мышечных волокон, иннервируемых одним мотонейроном, может быть различным и варьируется от пяти - десяти до нескольких сотен. Наименьшее число волокон содержится в двигательных единицах мышц, обеспечивающих быстрые и точные движения. Двигательные единицы с большим числом мышечных волокон иннервируются крупными высокопороговыми мотонейронами, от которых отходят наибольшие по диаметру аксоны. Медленные двигательные единицы, иннервирующиеся низкопороговыми мотонейронами, содержат меньшее количество мышечных волокон, чем быстрые двигательные единицы. Поэтому высокопороговые двигательные единицы способны развивать значительно большую силу, чем низкопороговые. Каждое мышечное волокно иннервируется только одним мотонейроном и входит в состав одной двигательной единицы. Точная регуляция силы мышечного сокращения может осуществляться изменением частоты нервных импульсов, которые поступают к мышечным волокнам от мотонейронов. Изменение количества активных мотонейронов и частоты их импульсации – два наиболее важных механизма управления мышечным сокращением. При этом максимальная частота импульсации двигательных единиц не означает максимального напряжения, развиваемого мышцей. Если сила сокращения мышечных волокон, входящих в состав отдельной двигательной единицы определяется частотой импульсации мотонейрона, то сила сокращения целой мышцы в большей степени зависит от синхронизации нервных импульсов, поступающих к мышечным волокнам рекрутированных двигательных единиц.   
Сила, проявляемая мышцей, зависит не столько от характера нервной импульсации, сколько от вида рекрутированных двигательных единиц (структурной организации и физико-химических свойств мышечных волокон, входящих в состав данных двигательных единиц). Так, например, известно, что сила отдельного мышечного волокна прямо пропорциональна площади его поперечного сечения. Соответственно, внутренняя структура мышечных волокон, сформировавшаяся под характерным влиянием центральной нервной системы посредством нервных импульсов, исходящих от мотонейронов и предопределяющих режим и характер сокращений мышечных волокон в процессе работы заданной мощности, в дальнейшем непосредственным образом влияет на возможности целой мышцы в демонстрации как максимальной силы, так и выносливости.   
Мышечные волокна двигательных единиц отвечают на раздражение сократительным актом, характер которого не зависит от силы раздражения, так как на одиночный нервный импульс отдельное мышечное волокно всегда сокращается с максимальной силой. Сила сокращения мышечных волокон зависит от частоты импульсации мотонейрона, иннервирующего данные волокна.   
 Количество двигательных единиц в разных мышцах варьируется от нескольких сотен до нескольких тысяч. Определяющим механизмом регулирования силы мышечного сокращения являются процессы рекрутирования (включения) и дерекрутирования (выключения) двигательных единиц.

* 1. **Основные механизмы мышечной деятельности**

Режим сокращений мы­шечных волокон определяется частотой импульсации мотонейронов. Механический ответ мышечного волокна или отдельной мышцы на однократное их раздражение называется одиночным сокращением*.* При одиночном сокращении выделяют: 1. фазу развития напряжения или укорочения; 2. фазу расслабления или удлинения (рис.1). Фаза расслабления продолжается примерно в два раза дольше, чем фаза напряжения. Длительность этих фаз зависит от морфофункциональ-ных свойств мышечного волокна: у наиболее быстро сокращающихся волокон глазных мышц фаза напряжения составляет 7-10 мс, а у наиболее медленных волокон камбаловидной мышцы — 50-100 мс.



**Рис.**1 Развитие во времени потенциала действия (А) и изометрического сокращения мышцы, приводящей большой палец кисти (Б).

1 — фаза развития напряжения; 2 — фаза расслабления.

В естественных условиях мышечные волокна двигательной едини­цы и скелетная мышца в целом работают в режиме одиночного сокращения только в том случае, когда длительность интервала между последовательными импульсами мотонейрона равна или пре­вышает длительность одиночного сокращения иннервируемых им мышечных волокон. Так, режим одиночного сокращения медленных волокон камбаловидной мышцы человека обеспечивается при частоте импульсации мотонейрона менее 10 имп/с, а быстрых волокон гла­зодвигательных мышц — при частоте импульсации мотонейрона менее 50 имп/с.

В режиме одиночного сокращения мышца способна работать дли­тельное время без развития утомления. Однако в связи с тем, что длительность одиночного сокращения невелика, развиваемое мы­шечными волокнами напряжение не достигает максимально возмож­ных величин. При относительно высокой частоте импульсации мо­тонейронов каждый последующий раздражающий импульс приходит­ся на фазу предшествующего напряжения волокона, то есть до того момента, когда оно начинает расслабляться. В этом случае механи­ческие эффекты каждого предыдущего сокращения суммируются с последующим. Причем величина механического ответа на каждый последующий импульс меньше, чем на предыдущий. После несколь­ких первых импульсов последующие ответы мышечных волокон не изменяют достигнутого напряжения, а лишь поддерживают его. Та­кой режим сокращения называется гладким тетанусом(рис.2). В подобном режиме двигательные единицы мышц человека работают при развитии максимальных изометрических усилий. При гладком тетанусе развиваемое ДЕ напряжение в 2-4 раза больше, чем при одиночных сокращениях.

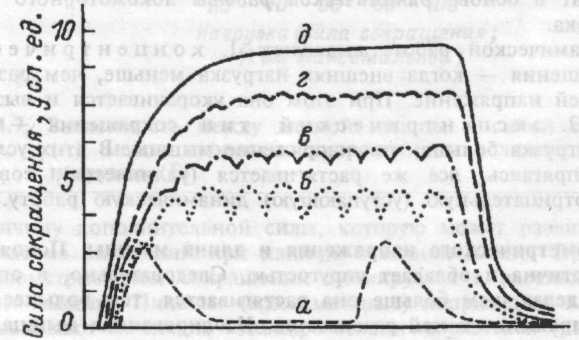


Рис.2 Одиночные *(а)* и тетанические *(б,в,г,д)* сокращения ске­летной мышцы. Накладывание волн сокращения друг на друга и образование тетануса при частотах раздражения: 5—15 раз в 1 с; *в —* 20 раз в 1 с; *г —* 25 раз в 1 с; *д* — более 40 раз в 1 с (гладкий тетанус).

В тех случаях, когда промежутки между последовательными им­пульсами мотонейрона меньше времени полного цикла одиночного сокращения, но больше длительности фазы напряжения, сила со­кращения ДЕ колеблется. Этот режим сокращения называется зуб­чатым тетанусом(рис.2). Гладкий тетанус для быстрых и медленных мыши достигается при разных частотах импульсации мотонейронов. Зависит это от времени одиночного сокращения. Так, гладкий тетанус для быстрой глазо­двигательной мышцы проявляется при частотах свыше 150-200 имп/с, а у медленной камбаловидной мышцы — при частоте около 30 имп/с. В режиме тетанического сокращения мышца способна работать лишь короткое время. Это объясняется тем, что из-за отсутствия периода расслабления она не может восстановить свой энергетический потенциал и работает как бы "в долг". Механическая реакция целой мышцы при ее возбуждении выра­жается в двух формах — в развитии напряжения и в укорочении. В естественных условиях деятельности в организме человека степень укорочения мышцы может быть различной. По величине *укорочения* различают три типа мышечного сокращения:

1. изотоничес­кий — это сокращение мышцы, при которой ее волокна укорачи­ваются при постоянной внешней нагрузке. В реальных движениях чисто изотоническое сокращение практически отсутствует;

2. изо­метрический — это тип активации мышцы, при котором она развивает напряжение без изменения своей длины. Изометрическое сокращение лежит в основе статической работы;

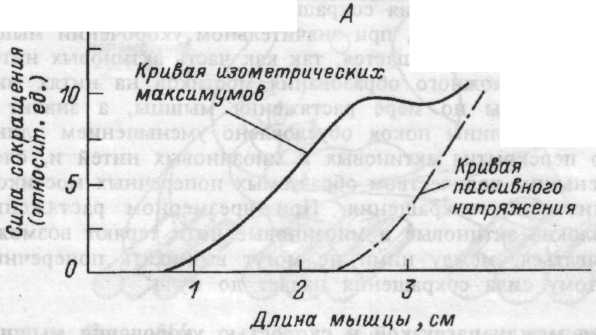
3. ауксотонич е с к и й или анизотонический тип — это режим, в котором мыш­ца развивает напряжение и укорачивается. Именно такие сокраще­ния имеют место в организме при естественных локомоциях — ходьбе, беге и т.д. Изотонический и анизотонический типы сокра­щения лежат в основе динамической работылокомоторного аппа­рата человека.

При динамической работе выделяют:

1. концентрический тип сокращения — когда внешняя нагрузка меньше, чем развива­емое мышцей напряжение. При этом она укорачивается и вызывает движение;

2. эксцентрический тип сокращения — когда внешняя нагрузка больше, чем напряжение мышцы. В этих условиях мышца, напрягаясь, все же растягивается (удлиняется), совершая при этом отрицательную (уступающую) динамическую работу.

Покоящаяся мышца эластична и обладает упругостью. Следовательно, в опреде­ленных пределах, чем больше она растягивается, тем большее про­дольное напряжение в ней развивается. Изолированная мышца име­ет равновесную длину, при которой ее упругое напряжение равно нулю. Зависимость между длиной мышцы и ее напряжением в покое называется кривой пассивногонапряжения(рис.3). Кривая напря­жения нарастает тем круче, чем больше степень растяжения мышцы. Степень предварительного растяжения определяет не только вели­чину пассивного эластического напряжения покоящейся мышцы, но





**Рис.3** Зависимость между длиной мышцы и силой сокращения (А); между скоростью укорочения и величиной внешней нагрузки (Б).

и величину дополнительной силы, которую может развивать мышца в случае ее активации при данной исходной длине. Прирост силы при изометрическом сокращении суммируется с пассивным напря­жением мышцы. Пиковые (максимальные) напряжения в этих усло­виях называют максимум изометрического напряжения(рис.3). На­пряжение сокращающейся мышцы максимально, если ее длина составляет примерно 120 % от равновесной. Это состояние носит название длины покоя*.*

Укорочение мышцы меньше длины покоя или ее растяжение больше этой величины приводит к снижению силы сокращения. Причина этого состоит в специфике взаимодействия актиновых и миозиновых нитей. Поскольку напряжение, которое развивают миофибриллы в процессе развития сокращения, зависит от числа по­перечных замкнутых мостиков, при значительном укорочении мыш­цы сила ее сокращения уменьшается, так как часть актиновых нитей выходит из зоны возможного образования мостиков на нитях ми­озина. Снижение силы по мере растяжения мышцы, а значит и саркомеров, больше длины покоя обусловлено уменьшением длины зон взаимного перекрытия актиновых и миозиновых нитей и, сле­довательно, меньшим количеством образуемых поперечных мостиков, обеспечивающих силу сокращения. При чрезмерном растяжении мышечного волокна актиновые и миозиновые нити теряют возмож­ность перекрываться, между ними не могут возникать поперечные мостики. Поэтому сила сокращения падает до нуля.

1. **Энергетика мышечной деятельности**

Ни одно движение не может быть выполнено без затрат энергии. Единственным универсальным и прямым источником энергии для мышечного сокращения служит аденозинтрифосфат - АТФ: без него поперечные «мостики» лишены энергии и актиновые нити не могут скользить вдоль миозиновых, сокращения мышечного волокна не происходит. АТФ относится к высокоэнергетическим (макроэргическим) фосфатным соединениям, при расщеплении (гидролизе) которого выделяется около 10 ккал/кг свободной энергии. При активизации мышцы происходит усиленный гидролиз АТФ, поэтому интенсивность энергетического обмена возрастает в 100-1000 раз по сравнению с уровнем покоя. Однако, запасы АТФ в мышцах сравнительно ничтожны и их может хватить лишь на 2-3 секунды интенсивной работы. В реальных условиях для того, чтобы мышцы могли длительно поддерживать свою сократительную способность, должно происходить постоянное восстановление (ресинтез) АТФ с той же скоростью, с какой он расходуется. В качестве источников энергии при этом используются углеводы, жиры и белки. При полном или частичном расщеплении этих веществ освобождается часть энергии, аккумулированная в их химических связях. Мышцы являются основным двигательным механизмом (рис.4). Скелетные мышцы прикрепляются к костям и другим структурам либо непосредственно при помощи фиброзных сухожилий (апоневрозов). Сокращение скелетных мышц осуществляется посредством соматических нервов, управляемых вегетативной нервной системой (ВНС). В состоянии покоя уровень метаболизма скелетных мышц невелик, а при максимальных физических нагрузках он может возрасти более чем в 50 раз. Одновременно большая нагрузка падает на систему транспортировки продуктов обмена — тканевую жидкость и кровь. Для сохранения химического и физического равновесия к клеткам им необходимо доставлять нужное количество питательных веществ и кислорода, а также удалять тепло и конечные продукты обмена — воду, углекислый газ и др. Поэтому при интенсивной нагрузке способность противостоять утомлению во многом зависит от органов, снабжающих мышцы кровью, — систем кровообращения и дыхания. Один из основных процессов превращения энергии — окисление глюкозы:

***C6H12O6 + 6СO2 --› окисление 6CO2 + 6H20 + 686 ккал (на 1 грамм-молекулу).***

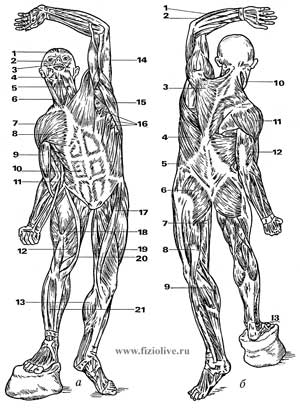
[](http://www.fiziolive.ru/riss/muscles_600.jpg)

Рис. 4. Мышцы человека[[1]](#footnote-1). а — вид спереди: 1 — лобная мышца, 2 — круговая мышца глаза, 3 — круговая мышца рта, 4 — жевательная мышца, 5 — подкожная мышца шеи, 6 — грудино-ключично-сосцевидная мышца, 7 — дельтовидная мышца, 8 — большая грудная мышца, 9 — двухглавая мышца плеча, 10 — прямая брюшная мышца, 11 — наружная косая мышца живота, 12 — внутренняя и широкая мышца, 13 — икроножная мышца, 14 — трехглавая мышца плеча, 15 — широчайшая мышца спины, 16 — зубчатая передняя мышца, 17 — портняжная мышца, 18 — четырехглавая мышца бедра, 19 — наружная широкая мышца, 20 — сухожилие четырехглавой мышцы бедра, 21 — передняя большеберцовая мышца,  
б — вид сзади: 1 и 2 — разгибатели предплечья, 3 — трапециевидная мышца, 4 — широчайшая мышца спины, 5 — наружная косая мышца живота, 6 — большая ягодичная мышца, 7 — полусухожильная и полуперепончатая мышца, 8 — двуглавая мышца бедра, 9 — икроножная мышца, 10 — пластырная мышца, 11 — дельтовидная мышца, 12 — трехглавая мышца плеча, 13 — ахиллово сухожилие.

Освободившаяся при этом энергия используется в разных физиологических процессах и в первую очередь при мышечном сокращении. Химические соединения могут окисляться также в реакции дегидрирования, при отщеплении водорода:

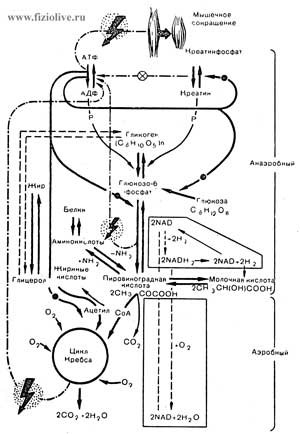
***АН2 + В --› В + ВН2,***

где окисленная субстанция А — донатор водорода, восстановленное содержание В — акцептор водорода. В окислительно-восстановительных реакциях переносчики водорода обычно действуют вместе с катализаторами — ферментами и коферментами. Одна группа ферментов (флавопротеиды и система цитохромов) в качестве акцептора водорода может использовать непосредственно молекулярный кислород. Это аэробное окисление. Другие акцепторы водорода участвуют в анаэробном окислении. Главным источником энергии при мышечном сокращении являются поступающие в организм с пищей углеводы и жиры. В самой мышечной клетке превращение энергии обеспечивается аденозинтрифосфорной кислотой (АТФ) и креатинфосфатом (KФ). Накопление и освобождение энергии происходит путем присоединения или отщепления фосфатных групп. После отщепления фосфорной кислоты от молекулы АТФ с помощью фермента аденозинтрифосфатазы образуется аденозиндифосфорная кислота (АДФ) и освобождается энергия:

***АТФ --› АДФ + Н3РО4 + 8 ккал.***

На рис.5 "Основные пути преобразования энергии в организме" схематично представлены основные пути превращения энергии, необходимой для мышечного сокращения и других биологических процессов. В скелетной мускулатуре концентрация микроэргических соединений АТФ и KФ в среднем составляет 24,6 и 76,8 кмоль на 1 г сухой массы мышц соответственно[[2]](#footnote-2). Под влиянием триггерного нервного импульса АТФ расщепляется до АДФ. Часть освобожденной энергии используется при мышечном сокращении. Таким образом мышцы превращают химическую энергию в механическую работу. В зависимости от специфики активизированных клеток потенциальная энергия макроэргических соединений может превратиться в электричество, осмотическое давление, тепло, а также использоваться в биологическом синтезе. Запас АТФ в мышцах небольшой. Для поддержания активности тканей на определенном уровне необходим быстрый ресинтез АТФ. Последний происходит в процессе рефосфолирования при соединении АДФ и фосфатов. Наиболее доступным веществом, используемым для синтеза АТФ, является креатинфосфат, легко передающий свою фосфатную группу на АДФ:

***KФ + АДФ ‹--› Kреатин + АТФ.***

[](http://www.fiziolive.ru/riss/energy_600.jpg)

**Рис.5.** Основные пути преобразования энергии в организме[[3]](#footnote-3)

Kонцентрация KФ в мышцах в 3—4 раза больше в сравнении с АТФ. Умеренное (на 20—40%) снижение содержания АТФ сразу компенсируется за счет KФ. Истощение запасов самого KФ зависит от величины нагрузки. При физической работе с максимальной интенсивностью запасы креатинфосфата расходуются в первую. После этого освободившиеся фосфатные группы соединяются с глюкозой и подключается следующий источник энергообразования — окисление гликогена. Процесс гликолиза более инертен и достигает максимума не ранее чем на 1—2-й минуте работы. Гликоген и глюкоза расщепляются до пировиноградной кислоты. Этот процесс может проходить в анаэробных условиях. В результате реакции образуются богатые энергией фосфаты. Подобное анаэробное окисление возможно благодаря одновременному восстановлению кофермента никотинамидадениндинуклеотида (НАД), действующего в качестве акцептора водорода или переносчика электронов. НАД•Н2 снова окисляется в реакции дегидрогенирования, где пировиноградная кислота, присоединяя атомы водорода, превращается в молочную. Таким образом возобновляются запасы НАД, и процесс гликолиза, поставляющий энергию для ресинтеза АТФ, может продолжаться. Однако в анаэробных условиях активность клеток не может быть длительной. Она лимитируется возрастанием концентрации молочной кислоты, а также уменьшением запасов гликогена или глюкозы. При анаэробном окислении НАД•Н2 окисляется молекулярным кислородом:

***2НАД•H2 + O2 --› 2НАД + H2O.***

В трикарбоновом цикле Kребса пировиноградная кислота постепенно расщепляется до углекислого газа и водорода, водород соединяется с кислородом и образует воду. Большая часть освобожденной энергии используется для ресинтеза АТФ. Образование АТФ можно рассматривать как главную цель тканевого дыхания. В аэробных условиях присоединение третьей молекулы фосфорной кислоты к АДФ происходит с участием кислорода. Поэтому процесс обозначается как окислительное фосфорилирование. Процессы цикла Kребса осуществляются на внутренних мембранах особых клеточных образований — митохондрий. При легкой или умеренной физической нагрузке к мышечным клеткам доставляется достаточное количество кислорода (O2). Образовавшийся здесь НАД•Н2 полностью окисляется акцептором водорода — молекулярным кислородом. Полностью окисляется также пировиноградная кислота. При возрастании нагрузки увеличивается расщепление гликогена, а также скорость восстановления НАД. Наконец, наступает момент, когда система транспорта O2 уже не справляется с доставкой необходимого количества О2. В роли акцептора водорода начинает фигурировать пировиноградная кислота, и в результате реакции окисления НАД•Н2 образуется молочная кислота. В цикл Kребса могут включаться также жирные кислоты и даже аминокислоты. Однако в нормальных условиях белки в качестве источника энергии не используются[[4]](#footnote-4).

В общей форме превращение энергии в мышечных клетках может быть представлено следующим образом:

1. **В анаэробных условиях**:

АТФ ‹--› АДФ + Ф + Ф + свободная энергия (Ф-фосфатная группа);

KФ + АДФ ‹--› Kреатин + АТФ;

Гликоген или глюкоза + Ф + АДФ --› Молочная кислота + АТФ.

1. **В аэробных условиях**:

Гликоген и свободные жирные кислоты + Ф + АДФ + О2 --› СО2 + Н2О + АТФ.

**2.1 Основные источники энергии мышц**

Так вот, основными источниками энергии для работы мышц являются:

1. фосфатные соединения – **аденозинтрифосфат** (АТФ) и **креатинфосфат** (КФ)

2. углеводы – глюкоза и гликоген;

3. жиры;

В принципе, можно четвертым пунктом сюда добавить еще и [белки](http://www.hudeika.ru/belki.html), но в энергообеспечении организма они играют далеко не ведущую роль и принимают участие в энергетическом обмене веществ лишь в случаях голодания, продолжительных и очень тяжелых нагрузках, так что учитывать их тут не будем. Запасы АТФ,  КФ, гликогена и жиров накапливаются в самой мышечной клетке и,  кроме того, гликоген и жиры копятся так же в печени и в подкожной жировой клетчатке. Запасы АТФ и КФ настолько малы и ничтожны, и, в лучшем случае составляют всего несколько килокалорий. Непосредственным источником энергии для мышечных волокон является аденозинтрифосфат (АТФ), но его, как уже писалось выше, настолько мало в мышцах, что хватает всего лишь на 1-3 секунды интенсивной работы. Поэтому, все преобразования жиров, углеводов и других энергоносителей в клетке сводятся к постоянному синтезу АТФ. Т.е. все эти вещества «горят» для создания молекул АТФ. В течение суток одна молекула АТФ проходит около 2000-3000 циклов расщепления и синтеза. По одним данным человеческий организм синтезирует около 40 кг АТФ в сутки, по другим – каждые 24 часа образуется и разрушается  количество АТФ равное массе тела. Но данный момент не так важны сами цифры, сколько важно просто понимание того, что  молекулы АТФ постоянно расходуются нашим организмом и постоянно синтезируются с помощью других веществ.

1. **Виды физической работы**

Основными свойствами мышечной ткани является возбудимость, проводимость и сократимость. На этих свойствах основана работа мышц. Вследствие сокращения брюшка мышцы происходит ее укорочение и сближение двух пунктов прикрепления мышцы. В итоге происходит движение в данной части тела. Неподвижный пункт прикрепления мышцы - это начало мышцы, а подвижный - ее конец. Начало мышц приближено к туловищу или к его средней линии, а конец, наоборот, удален. В выполнении движения, как правило, участвует одновременно несколько мышц. Мышцы, выполняющие одновременно движение в одном направлении, называются синергистами(например, мышцы сгибатели плеча). Мышцы, выполняющие движение в противоположных направлениях, называются антагонистами (например, мышцы сгибатели - разгибатели плеча).

|  |
| --- |
| http://liceum.secna.ru/bl/projects/barnaul2007/borovkov/s_oporn_mw.gif |
| **Рис. 6.** Положение мышц плеча при сгибании - разгибании руки в локтевом суставе.  1 - двуглавая мышца плеча (сгибатель); 2 - трехглавая мышца плеча (разгибатель). |

При интенсивной мышечной работе может наступать утомление мышц - т.е. временное понижение их работоспособности, вызываемое с накоплением в них продуктов обмена (фосфорной, молочной кислот), понижающих возбудимость мембран мышечных клеток. Кроме того, происходит истощение энергетических запасов (гликогена, АТФ) и утомление нервных центров, управляющих работой мышц. После некоторого периода отдыха мышцы восстанавливают свою работоспособность. В зависимости от того, какую мышечную деятельность выполняет организм, в нем происходят и соответствующие изменения, направленные на обеспечение выполнения именно данного вида работы В связи с этим, одни нагрузки могут быть полезны, а другие - вредны для организма, одни - приводить к снижению жировых отложений при относительной неизменности объема мышц, а другие - к увеличению мышечной массы при относительной неизменности жировых отложений и так далее.  
Существует большое количество классификаций видов мышечной деятельности.

Практическое значение имеет классификация интенсивности мышечной работы в зависимости от расхода энергии, исходя из максимума аэробных возможностей обследуемого. Максимум аэробных возможностей наиболее полно характеризуется максимумом потребления кислорода — VO2max (аэробной мощности). Согласно классификации, данной Soula et al. (1961), в тяжести работы различают 5 ступеней:

1. очень тяжелая работа, при которой кислородный запрос превышает аэробную мощность организма и превращение энергии происходит в анаэробных условиях, максимальная продолжительность такой работы — несколько минут;
2. работа на уровне 75—100% аэробной мощности индивидуума обозначается как максимальная, продолжительность непрерывной такой работы от 30 мин до 3 ч.;
3. З) субмаксимальная работа соответствует 50—75% аэробной мощности индивидуума;
4. интенсивная работа, при которой используется 25—50% аэробной мощности, сюда относится большинство разновидностей так называемого физического труда;
5. при легкой работе расход энергии не превышает 25% аэробной мощности.

**3.1 Статическая и динамическая работа**

Различают статическую и динамическую мышечную работу. **При статической работе** мышечное сокращение не связано с движением частей тела. Например, мускулатура, обеспечивающая позу сидящего или стоящего человека, выполняет статическую работу. При статической работе кровообращение в мышцах затруднено, что приводит к застою крови и накоплению неокисленных продуктов в организме в целом. При статической работе наблюдается незначительное увеличение потребления кислорода, но после её прекращения потребление кислорода резко возрастает и усиливается кровоток. При длительном поддержании статического напряжения утомление мышц, сочетаясь с недостаточным кровоснабжением, может привести к развитию заболеваний мышечной и нервной систем. **Динамическая работа** — это когда отдельные части тела человека перемещаются. Физическая активность человека складывается из статической и динамической работы. Следует отметить, что при статической работе переносимость нагрузки зависит от функционального состояния тех или иных мышечных групп, а при динамической — еще и от эффективности систем, поставляющих энергию (сердечно-сосудистой, дыхательной), а также от их взаимодействия с другими органами и системами. При динамической работе внутренняя активность мышц и внешние механические силы не уравновешиваются между собой. Это и обеспечивает процесс движения.  
Статической работе свойственно равновесие мышечной силы и силы сопротивления. Поэтому ее еще называют уравновешивающей. Например, стойка по команде «смирно».  
Энергия, за счет которой совершается работа органов тела, в конечном итоге превращается в тепло. Динамическую работу характеризуют величиной того тепла, в которое превращается энергия напряжения, или произведением величины напряжения на время его поддержания. Динамическая работа менее утомительна, благодаря чередованию процессов сокращения и расслабления мышц, имеются паузы, во время которых нервные центры не посылают импульсов к мышцам и отдыхают. Трудность или легкость работы для человека определяется не только ее механическими или физиологическими характеристиками, но и зависит от исполнителя, его целеустремленности и понимания значения трудовой деятельности.  
Условия поддержания работы мышц. Обязательным условием поддержания работы мышц служит регулярное поступление импульсов к мышцам. Это невозможно без их связи с нервной, функциональной активностью эндокринных желез (надпочечников, щитовидной, гипофиза, поджелудочной и т. д.), которые принимают участие в поддержании тонуса центральной нервной системы и использовании углеводов, жиров, белков как энергетических продуктов. Кроме того, работающей мышце нужен приток энергии, источником которой является бескислородный распад сложных органических веществ, поступающих в мышцы. В результате в мышцах образуется молочная, фосфорная кислота и другие вещества. Некоторые из органических продуктов распада затем окисляются до углекислого газа и воды. Поэтому мышца нуждается в регулярном притоке кислорода. Такие продукты распада, как фосфорная кислота, идут на образование веществ, необходимых для работы.

**3.2 Локальна, региональная, общая мышечная работа**

Работа может быть локальной, регионарной и общей. Если в работе задействованы до трети общей мышечной массы тела, то ее обозначают как локальную. Региональная мышечная работа выполняется в мускулатурой плечевого пояса и рук. В ней участвуют от 1/3 до 2/3 массы скелетной мускулатуры. При активации еще большего количества мышечной массы работа определяется как общая. В условиях современного производства выполняются в основном региональная или локальная мышечная работа, требующие точности, координированности и быстрых движений.

1. **Преобразования в органах и системах, вызванные физическими нагрузками**

Физическая активность вызывает немедленные реакции различных систем органов, включая мышечную, сердечно-сосудистую и дыхательную. Эти быстрые адаптационные сдвиги отличаются от адаптации, развивающейся в течение более или менее длительного срока, например в результате тренировок. Величина быстрых реакций служит, как правило, непосредственной мерой напряжения. Немедленные реакции обусловлены изменением большого количества параметров, в частности, изменением мышечного кровоснабжения. В покое кровоток в мышце составляет 20-40 мл •мин - ' • кг - '. При экстремальных физических нагрузках эта величина существенно возрастает, достигая максимума, равного 1,3 л-мин - 1 кг - 1 у нетренирован­ных лиц и 1,8 л-мин - ' -кг - ' у лиц, тренированных на выносливость. Кровоток усиливается не мгновенно с началом работы, а постепенно, в течение не менее 20-30 с; этого времени достаточно, чтобы обеспечить кровоток, необходимый для выполнения легкой работы. При тяжелой динамической работе, однако, потребность в кислороде не может быть полностью удовлетворена, поэтому возрастает доля энергии, получаемой за счет анаэробного метаболизма. Обмен веществ в мышце. При легкой работе получение энергии происходит по анаэробному пути только в течение короткого переходного периода после начала работы; в дальнейшем метаболизм осуществляется полностью за счет аэробных реакций с использованием в качестве субстратов глюкозы, а также жирных кислот и глицерола. В отличие от этого во время тяжелой работы получение энергии частично обеспечивается анаэробными процессами. Сдвиг в сторону анаэробного метаболизма (приводящего к образованию молочной кислоты) происходит в основном из-за недостаточности артериального кровотока в мышце, или артериальной гипоксии. Кроме этих «узких мест» в процессах энергообеспечения и тех, что временно возникают сразу же после начала работы, при экстремальных нагрузках образуются «узкие места», связанные с активностью ферментов на различных этапах метаболизма. При накоплении большого количества молочной кислоты наступает мышечное утомление. После начала работы требуется некоторое время для увеличения интенсивности аэробных энергетических процессов в мышце. В этот период дефицит энергии компенсируется за счет легкодоступных анаэробных энергетических резервов (АТФ и креатин-фосфата). Количество макроэргических фосфатов невелико по сравнению с запасами гликогена, однако они незаменимы как в течение указанного периода, так и для обеспечения энергией при кратковременных перегрузках во время выполнения работы. Во время динамической работы происходят существенные адаптационные сдвиги в работе сердечно-сосудистой системы. Сердечный выброс и кровоток в работающей мышце возрастают, так что кровоснабжение более полно удовлетворяет повышенную потребность в кислороде, а образующееся в мышце тепло отводится в те участки организма, где происходит теплоотдача. Во время легкой работы с постоянной нагрузкой частота сокращений сердца возрастает в течение первых 5-10 мин и достигает постоянного уровня; это стационарное состояние сохраняется до завершения работы даже в течение нескольких часов. Во время тяжелой работы, выполняемой с постоянным усилием, такое стабильное состояние не достигается; частота сокращений сердца увеличивается по мере утомления до максимума, величина которого неодинакова у отдельных лиц (подъем, обусловленный утомлением). Даже после завершения работы частота сердечных сокращений изменяется в зависимости от имевшего место напряжения. После легкой работы она возвращается к первоначальному уровню в течение 3-5 мин; после тяжелой работы период восстановления значительно дольше – при чрезвычайно тяжелых нагрузках он достигает нескольких часов. Другим критерием может служить общее число пульсовых ударов свыше начальной частоты пульса в течение периода восстановления; этот показатель служит мерой мышечного утомления и, следовательно, отражает нагрузку, потребовавшуюся для выполнения предшествующей работы. Ударный объем сердца в начале работы возрастает лишь на 20 30%, а после этого сохраняется на постоянном уровне. Он немного падает лишь в случае максимального напряжения, когда частота сокращений сердца столь велика, что при каждом сокращении сердце не успевает целиком заполниться кровью. Как у здорового спортсмена с хорошо тренированным сердцем, так и у человека, не занимающегося спортом, сердечный выброс и частота сокращений сердца при работе изменяются приблизительно пропорционально друг другу, что обусловлено этим относительным постоянством ударного объема. При динамической работе артериальное кровяное давление изменяется как функция выполняемой работы. Систолическое давление увеличивается почти пропорционально выполняемой нагрузке, достигая приблизительно 220 мм рт. ст. при нагрузке 200 Вт. Диастолическое давление изменяется лишь незначительно, чаще в сторону снижения. В системе кровообращения, функционирующей под низким давлением (например, в правом предсердии) давление крови во время работы увеличивается мало; отчетливое его повышение в этом участке является патологией (например, при сердечной недостаточности). Потребление организмом кислорода возрастает пропорционально величине и эффективности затрачиваемых усилий. При легкой работе достигается стационарное состояние, когда потребление кислорода и его утилизация эквивалентны, но это происходит лишь по прошествии 3-5 мин, в течение которых кровоток и обмен веществ в мышце приспосабливаются к новым требованиям. До тех пор пока не будет достигнуто стационарное состояние, мышца зависит от небольшого кислородного резерва, который обеспечивается 02, связанным с миоглобином, и от способности извлекать больше кислорода из крови. При тяжелой мышечной работе, даже если она выполняется с постоянным усилием, стационарное состояние не наступает; как и частота сокращений сердца, потребление кислорода постоянно повышается, достигая максимума. С началом работы потребность в энергии увеличивается мгновенно, однако для приспособления кровотока и аэробного обмена требуется некоторое время; таким образом, возникает кислородный долг. При легкой работе величина кислородного долга остается постоянной после достижения стационарного состояния, однако при тяжелой работе она нарастает до самого окончания работы. По окончании работы, особенно в первые несколько минут, скорость потребления кислорода остается выше уровня покоя происходит «выплата» кислородного долга. Однако этот термин не точен, так как увеличение потребления кислорода после завершения работы не отражает непосредственно процессы восполнения запасов 02 в мышце, а происходит и за счет влияния других факторов, таких, как увеличение темпера­туры тела и дыхательная работа, изменение мышечного тонуса и пополнение запасов кислорода в организме. Таким образом, долг, который будет возвращен, по величине больше, чем возникший во время самой работы. После легкой работы величина кислородного долга достигает 4 л, а после тяжелой может доходить до 20 л. Во время легкой динамической работы минутный объем дыхания, как и сердечный выброс, увеличивается пропорционально потреблению кислорода. Это увеличение возникает в результате нарастания дыхательного объема и частоты дыхания. Во время и после динамической работы кровь претерпевает существенные изменения. По ним лишь изредка можно действительно оценить степень физического напряжения, но особое значение их состоит в том, что они служат источниками ошибок при лабораторной диагностике. Во время легкой физической работы у здорового человека выявляются лишь незначительные изменения в парциальном давлении СО2 и 02 в артериальной крови. Тяжелая работа вызывает более существенные изменения. Наибольшие отклонения от уровня покоя составляют 8% для артериального рО2, и 10% - для рСО2. Насыщение кислородом смешанной венозной крови падает с ростом напряжения; соответственно этому артериовенозная разница по кислороду увеличивается от значения, приблизительно равного 0,05 (уровень покоя), до 0,14 у нетренированных и 0,17 у тренированных лиц. Это увеличение обусловлено повышенным извлечением кислорода из крови в работающей мышце. Уровень глюкозы в артериальной крови у здорового человека мало изменяется во время работы. Только при тяжелой и длительной работе происходит падение концентрации глюкозы в артериальной крови, что указывает на приближающееся истощение. Вместе с тем концентрация лактата в крови варьирует в широких пределах в зависимости от степени напряжения и длительности работы – соответственно скорости образования лактата в мышце, функционирующей в анаэробных условиях, и скорости его элиминации. Лактат разрушается или подвергается превращениям в неработающих скелетных мышцах, жировой ткани, печени, почках и миокарде. В условиях покоя концентрация лактата в артериальной крови составляет приблизительно 1 ммоль/л; при тяжелой работе длительностью около получаса или при крайне тяжелых кратковременных нагрузках с минутными интервалами могут быть достигнуты максимальные уровни, превышающие 15 ммоль/л. При длительной тяжелой работе концентрация лактата сначала увеличивается, а затем падает. Если рацион богат углеводами, концентрации свободных жирных кислот и глицерола мало изменяются под влиянием работы, так как секреция инсулина, обусловленная потреблением углеводов, тормозит липолиз. Однако при обычном рационе длительная тяжелая работа сопровождается увеличением концентраций свободных жирных кислот и глицерола в крови в 4 или более раз.

1. **Адаптивная перестройка органов и систем к мышечной деятельности**

Адаптацию к физическим нагрузкам следует рассматривать как динамический процесс, в основе которого лежит формирование новой программы реагирования, а сам приспособительный процесс, его динамика и физиологические механизмы определяются состоянием и соотношением внешних и внутренних условий деятельности[[5]](#footnote-5). Проведенные в последние годы исследования механизмов адаптации людей к различным условиям деятельности привели нас к убеждению в том, что физиологические факторы при долговременной адаптации обязательно сопровождаются следующими процессами:

1. перестройкой регуляторных механизмов;
2. мобилизацией и использованием физиологических резервов организма;
3. формированием специальной функциональной системы адаптации к конкретной трудовой (спортивной) деятельности человека.

Механизм реализации этих физиологических процессов представляется следующим образом. В достижении устойчивой и совершенной адаптации большую роль играет перестройка регуляторных приспособительных механизмов и мобилизации физиологических резервов, а также последовательность их включения на разных функциональных уровнях. По-видимому, вначале включаются обычные физиологический реакции и лишь затем - реакции напряжения механизмов адаптации, требующие значительных энергетических затрат с использованием резервных возможностей организма, что приводит, в конечном итоге, к формированию специальной функциональной системы адаптации, обеспечивающей конкретную деятельность человека. Такая функциональная система у спортсменов представляет собой вновь сформированное взаимоотношение нервных центров, гормональных, вегетативных и исполнительных органов, необходимое для решения задач приспособления организма к физическим нагрузкам. Формирование функциональной системы адаптации с вовлечением в этот процесс различных морфофункциональных структур организма составляет принципиальную основу долговременной адаптации к физическим нагрузкам и реализуется повышением эффективности деятельности различных органов и систем организма в целом. Адаптивны перестройки - динамический процесс, поэтому в динамик адаптационных изменений у спортсменов целесообразно выделять несколько стадий. Мы предлагаем четыре стадии (физиологического напряжения организма, адаптированности, дизадаптации и реадаптации), каждой из которых присущи свои функционально-структурные изменения и регуляторно-энергетические механизмы. Естественно, основными, имеющими принципиальное значение в спорте, следует считать две первые стадии. Применительно к общей схеме адаптации такие стадии, очевидно, свойственны людям в процессе приспособления к любым условиям деятельности. У спортсменов в стадии напряжения организма преобладают процессы возбуждения в коре головного мозга, возрастают функции коры надпочечников, увеличиваются показатели вегетативных систем и уровень обмена веществ; спортивная работоспособность неустойчива. В эндокринном фоне преобладают продукция катехоламинов и глюкокортикоидов, которым принадлежит ведущая роль в адаптивных сдвигах углеводного обмена. Одновременно эти гормоны повышают активность гормоночувствительной липазы жировой ткани. При длительном воздействии на организм интенсивных и больших по объему тренировочных и соревновательных нагрузок может происходить нарушение нейроэндокринной регуляции, уменьшение содержания катехоламинов и глюкокортикоидов и снижение уровня энергетического обмена, в результате чего в организме спортсменов могут возникать различные расстройства, характеризующие наступление третьего периода адаптационных изменений - стадии дизадаптации. В это время наблюдаются неблагоприятно направленные изменения функций организма, существенное снижение общей и специальной работоспособности спортсмена, его адаптивных возможностей. После длительного перерыва в систематических тренировках или их прекращения совсем возникает стадия реадаптации, которая характеризуется приобретением других свойств и качеств организма. Физиологический смысл этой стадии - снижение уровня тренированности и возвращение некоторых показателей функций организма к исходным значениям. Следует иметь в виду, что возникшие в процессе длительных и интенсивных физических нагрузок структурные изменения в миокарде, костях и скелетных мышцах, нарушенный уровень обмена веществ, гормональные и ферментативные перестройки, как правило, не возвращаются. За систематические чрезмерные физические нагрузки, а затем за их прекращение организм спортсменов платит определенную биологическую цену, что может проявляться развитием кардиосклероза, ожирением, снижением резистентности клеток и тканей к различным неблагоприятным воздействиям и повышением уровня общей заболеваемости[[6]](#footnote-6). Решение этих задач, которые уже сейчас являются весьма актуальной практической проблемой, во многом будет способствовать сохранению здоровья и поддержанию высокой работоспособности спортсменов в различных условиях их деятельности. "Нет ничего практичнее хорошей теории".

**Заключение**

Познание себя самого является необходимым условием обеспечения жизнедеятельности специалиста в условиях современных воздействий внешней среды. Формирование физической культуры личности будущего специалиста при этом немыслимо без умения рационально корректировать свое состояние средствами физической культуры и двигательной деятельности. Движения играют существенную роль во взаимодействии человека с внешней средой. Выполняя разнообразные и сложные движения, человек может осуществлять трудовую деятельность, общаясь с другими людьми, заниматься спортом и т.д. При этом организм получает более высокую способность к сохранению постоянства внутренней среды при изменяющихся внешних воздействиях: температура, влажность, давление, сила воздействия солнечной и космической радиации.  
Под воздействием физической тренировки происходит неспецифическая адаптация организма человека к разнообразным проявлениям факторов внешней среды. Экспериментальные данные подчеркивают стимулирующее влияние оптимально организованной двигательной активности на уровень умственной работоспособности студентов. Таким образом, можно сделать заключение, что двигательная функция - основная функция человеческого организма, которую следует постоянно совершенствовать для повышения работоспособности в любом виде деятельности, в том числе и в умственной. Каждый человек имеет большие возможности для укрепления и поддержания своего здоровья, для сохранения трудоспособности, физической активности и бодрости до глубокой старости. Двигательная активность имеет ярко выраженное положительное действие на организм.

**Библиографический список**

1. Борилкевич В.Е. Физическая работоспособность в экстремальных условиях мышечной деятельности / В.Е. Борилкевич. – Л.: ЛГУ, 1982. – 97 с.
2. Дубровский В.И. Спортивная медицина. – 3-е изд., доп. / В.И. Дубровский. – М.: Владос, 2005. – 528 с.
3. Киселев Л.В. Системный подход к оценке адаптации в спорте. Красноярск. - 1986. - 176 с.
4. Романенко В.А. Двигательные способности человека / В.А. Романенко. – Донецк, Новый мир, 1999. – 336 с.

1. В.П. Воробьев, 1938 [↑](#footnote-ref-1)
2. E. Hultman, J. Bergstrom, 1973 [↑](#footnote-ref-2)
3. P.O. Astrand, K.M. Rodahl, 1970 [↑](#footnote-ref-3)
4. Дубровский В.И. Спортивная медицина. – 3-е изд., доп. / В.И. Дубровский. – М.: Владос, 2005. – 528 с. [↑](#footnote-ref-4)
5. В.Н. Платонов, 1988; А.С. Солодков, 1988 [↑](#footnote-ref-5)
6. Киселев Л.В. Системный подход к оценке адаптации в спорте. Красноярск. - 1986. - 176 с. [↑](#footnote-ref-6)