

# **Тема 1: Строение организма человека. Ткани организма человека. Кровь. Изменения в крови при работе мышц. Сердечно-сосудистая и лимфатическая система.**

*План:*

- 1. Строение организма человека.*
- 2. Ткани организма человека.*
- 3. Кровь.*
- 4. Изменения в крови при работе мышц.*
- 5. Сердечно-сосудистая и лимфатическая система.*

## **Строение организма человека**

*Наука, изучающая строение тела, основные органы и функции человеческого организма, называется анатомией. Слово пришло к нам из греческого языка, дословно означает – рассечение. Один из самых эффективных методов изучения анатомии – вскрытие тела и изучение строения его органов. Знание анатомии человека позволяет решить главную задачу врача – поставить точный диагноз и вылечить болезнь.*

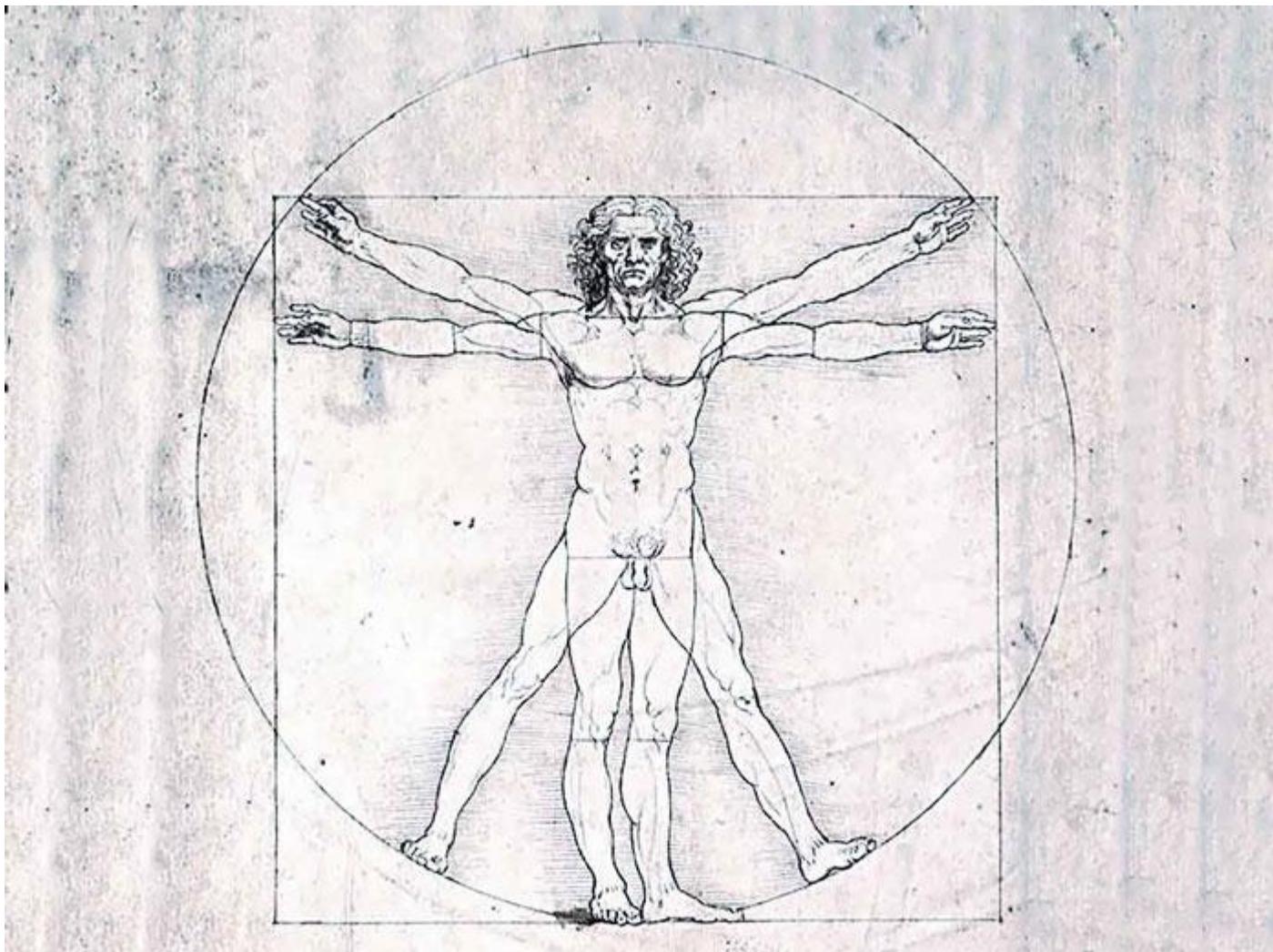
Кожа покрывает все тело человека и выполняет много функций. Она защищает органы и системы от воздействий окружающей среды, сохраняет и регулирует в теле определенную температуру. В коже располагается множество пор, что позволяет телу дышать и выделять вредные продукты межклеточного обмена. Нервные окончания, обильно пронизывающие кожу, реагируют на внешние температурные и механические раздражители.

Следующий слой, расположенный под кожей – жировая прослойка. В зависимости от конституции человека слой бывает тонкий или толстый. Жировой слой защищает тело и внутренние органы от механических повреждений, отлично сохраняет тепло в холодное время года. При недостатке питания жировая прослойка служит пищей для всего организма.

*Под жировым слоем тела расположены мышцы и кости, прикрепленные к ним при помощи сухожилий. Внутри туловища расположены 2 полости: грудная и брюшная, разделенные между собой диафрагмой.*

Грудная полость содержит в себе важный орган человеческого тела – сердце, с целой системой крупных сосудов. Также в ней расположены легкие и пищевод. Сразу под диафрагмой, в брюшной полости, располагаются желудок, печень, селезенка, поджелудочная железа, желчный пузырь. На задней стенке брюшной полости располагаются почки, по обе стороны от позвоночника. Ниже находятся тонкий и толстый кишечник, аппендикс, мочевой пузырь, у женщин – яичники и матка, у мужчин – семенной пузырь, предстательная и куперовы железы.

В толще тела на задней стенке расположен позвоночник, представляющий собой костную трубку, состоящую из позвонков. Внутри нее находится спинной мозг. Верхний отдел спинного мозга соединен с черепом, внутри которого помещен мозг.



Анатомия человека  
Человек - это квантовый компьютер  
**Системы органов человеческого тела**

В теле человека все органы объединены в системы, выполняющие определенные функции. Медицина изучает системы органов, эти знания применяются на практике для диагностики и лечения различных болезней.

Основные системы человеческого тела:

- **Кожа и скелет;**
- Мышечная система;
- **Кровеобразующая система;**
- Лимфатическая система;
- **Нервная система;**
- Дыхательная система;
- **Сердечнососудистая система;**
- Система пищеварения;
- **Мочеполовая система;**
- Эндокринная система;
- **Система, обеспечивающая иммунитет;**
- Система органов чувств.

## Кожа и костная система

Кожа человека представляет собой обширное рецепторное поле, обеспечивающее чувствительность организма. Масса кожи человека составляет примерно 15% от общей массы тела, ее средняя площадь – 1,5-2,5 м<sup>2</sup>. Кожа выполняет следующие функции:

1. Барьерную, обеспечивая защиту организма от внешних раздражителей;
2. Регуляторную: испарение пота с поверхности тела регулирует температуру организма и контролирует водно-солевой обмен;
3. Выделительную: через поры кожи из организма выводится много ядов и токсинов;
4. Рецепторную, благодаря которой человек чувствует тепло, холод, может испытывать приятные и неприятные ощущения.

Кожа пронизана сетью сосудов. По ним организм обеспечивается полезными веществами и витаминами, проникая через поры.

Скелет – осто́в, поддерживающий тело человека. Представляет собой каркас, приводимый в движение при помощи мышц. Состоит из 206 костей, защищает внутренние органы и суставы от механических повреждений. Множество костей скелета (примерно 33, 34) – парные. Условно скелет человека можно разделить на 2 части: кости туловища и кости конечностей. Кости тела защищают внутренние органы от механических повреждений, кости конечностей позволяют двигать руками и ногами, череп – надежная защита для мозга.

Скелет состоит из костей, образованных из костной ткани, пронизанной нитями нервов и кровеносных сосудов. Костная ткань представляет собой одну из разновидностей соединительной ткани. Кости состоят из фосфора, кальция, клеток и коллагеновых волокон.

Органические вещества обеспечивают упругость и эластичность костей, неорганические фосфор и кальций (Pи Ca) – отвечают за твердость. В костях молодого организма больше костных клеток и коллагена, поэтому дети меньше травмируются. Кости пожилых людей содержат больше минеральных солей, поэтому легче ломаются и плохо срастаются при травмах.

***Процесс движения тела обеспечивают суставы, в которых соединяются две кости, покрытые для защиты суставной сумкой.***

Для поддержания необходимого баланса органических и неорганических веществ в костях нужно правильно питаться, заниматься умеренными физическими нагрузками. В межсезонье полезно принимать курс витаминов, в комплексе с натуральным фосфором и кальцием.

Скелет соединен с мышцами при помощи соединительной ткани или сухожилий. В совокупности они обеспечивают человеческому телу возможность двигаться и совершать различные действия.

### Система мышц

Мышечная система отвечает за движение организма, регулирует равновесие. Из мышечных волокон, собранных в пучки, образуют мышцы. Система мышц обеспечивает сокращение и работу всех органов и систем. Выделяют 3 типа мышц:

- скелетные, прикрепляются к костям, их сокращение и расслабление обеспечивает передвижение тела, отвечают за работу внутренних органов;

- гладкие мышцы, которые расположены в стенках сосудов и внутренних органов, работают автоматически, подсознательно;
- сердечная мышца, отвечает за работу сердца, накачивает сосуды и капилляры кровью и полезными веществами.

#### Кроветворная система тела

Отвечает за обеспечение организма кровью постоянного состава. Кровь на 90% состоит из воды, участвует во многих клеточных процессах организма. Насыщает клетки полезными веществами, выводит токсины и яды.

Кроветворная система состоит из: селезенки, лимфатических узлов, костного мозга и периферической системы сосудов. Это основные составляющие кровеносной системы, обеспечивающие образование клеток крови: эритроцитов, лимфоцитов, тромбоцитов и лейкоцитов.

Костный мозг находится в костях скелета. Отвечает за образование стволовых клеток, из которых в дальнейшем создаются клетки крови. Лимфатические узлы помогают процессу кроветворения, поставляя плазматические клетки. Селезенка активно очищает кровь от мертвых клеток. Периферическая сосудистая система разносит зрелые клетки крови по всему организму.

#### Лимфатическая система

Система состоит из разветвленной сети сосудов, переходящих в лимфатические узлы. Осуществляет транспортировку полезных составляющих клеткам организма. Также избавляет их от токсинов и микробов, обеспечивая организму здоровый иммунитет.

Полезные вещества и продукты выделения движутся по лимфатическим сосудам при помощи лимфы, специальной жидкости в организме.

Лимфатические узлы тщательно фильтруют лимфу от инфекций, раковых клеток и микробов.

#### Нервная система

Центральная часть нервной системы – головной и спинной мозг. Периферическая нервная система состоит из сети нервных волокон и окончаний, соединяющей все органы и части тела.

Головной мозг находится внутри черепной коробки. Состоит из мозга, разделенного на 2 полушария, ствола, продолговатого мозга и мозжечка.

Спинной мозг надежно спрятан внутри позвоночного столба. От него разветвляется периферическая нервная система, проникающая во все органы и части тела. Она состоит из пучков волокон, по которым распространяются нервные импульсы, поступающие из головного мозга.

Нервная система регулирует работу человеческого тела, позволяя реагировать ему на внешние раздражители. Отвечает за бесперебойную и эффективную работу органов чувств и организма в целом.

#### Дыхательная система организма

Основные составляющие – гортань, трахея, легкие и бронхи. Поступление в организм кислорода и выведение токсинов и углекислого газа обеспечивает дыхательная система. Непрерывный процесс дыхания помогают осуществить глотка и носовая полость.

Совместная работа этих органов позволяет насыщать весь организм кислородом. Еще одна важная функция дыхательной системы – выводить из клеток тела углекислый газ и токсины.

#### Сердечнососудистая система

*Постоянную циркуляцию крови в организме обеспечивает сердечнососудистая система. Главный орган в ней – сердце. Дополнительные составляющие – кровеносные и сосуды и капилляры, сеть пронизывающие все органы и ткани организма.*

Ежедневно кровь разносит по кровеносным сосудам и капиллярам колоссальное количество полезных веществ и микроэлементов и кислород. Также в кровь поступают из органов и систем продукты распада и токсины, которые затем выводятся из организма.

*Все позвоночные, в том числе и человек, имеют замкнутую систему кровообращения. Сеть кровеносных сосудов образуют 2 круга кровообращения в теле: большой и малый.*

#### Система пищеварения

Пищеварительная система обеспечивает поступление в организм пищи, усваивая которую организм получает необходимую энергию. Обеспечивает полученными питательными веществами все клетки, системы органов и ткани человека.

Непрерывная работа пищеварительной системы обеспечивают:

1. Ротовая полость, глотка и пищевод, органы, основная функция которых измельчение поступающей пищи, доставка полученной массы в желудок;
2. Желудок, поджелудочная железа, печень, тонкий и толстый кишечник. Эта система органов переваривает измельченную пищу, усваивает из нее необходимые полезные вещества и микроэлементы. Регулируют обмен веществ и синтез гормонов. Вредные отходы переработанной пищи и ненужный мусор из организма выводится через сфинктер, расположенный в самом конце прямой кишки.

#### Мочеполовая система

Органы, которые ответственны за репродуктивную функцию организма, а также обеспечивают мочевыделительный процесс, объединены в мочеполовую систему. В нее входят следующие органы:

1. Почки, парный орган, регулирующий объем жидкости и фильтрующий кровь во всем организме. Почками выводятся из крови ненужные вещества, которые через уретру поступают в мочевой пузырь;
2. Мочевой пузырь накапливает мочу, в которой растворены мочевины, соли, а также элементы плазмы, гормоны, микроэлементы;
3. Половая система отвечает за процесс размножения. У женщин и мужчин она устроена по-разному.

К органам женской половой системы относятся: маточные трубы и матка, пара яичников с придатками, клитор, малые и большие половые губы. Между лепестками малых половых губ расположено преддверие влагалища, в которое выходит наружное отверстие уретры и выводится моча. Также в преддверие влагалища открываются протоки бартолиновых желез.

**Мочеполовая система мужчин включает в себя внутренние органы:** яички с придатками, семявыводящие протоки, семенные пузырьки с протоками, предстательная железа и уретра. Наружные половые органы мужчин: мошонка, в которой находятся яички и пенис.

#### Эндокринная система человека

Одной из самых основных систем организма считается эндокринная система. Она состоит из таких органов: гипофиз и гипоталамус, щитовидная железа и кора надпочечников, паращитовидные железы, яички у мужчин и яичники у женщин.

Органы эндокринной системы с помощью вырабатываемых гормонов регулируют процессы роста и развития организма, отвечают за поведение и процесс адаптации. Гормоны принимают активное участие в процессе размножения.

#### Органы, обеспечивающие иммунитет

Большую ответственность за здоровье и активность человеческого организма несут органы иммунной системы. Центральные органы системы: костный мозг, тимус, эмбриональная печень, лимфоидные образования аппендикса и толстой кишки.

*Периферические органы: селезенка, лимфатические узлы, а также участки лимфоидной ткани, которые присутствуют в каждом органе человека.*

Иммунная система отвечает за сопротивляемость организма болезням и вирусам. Она распознает, реагирует и уничтожает все чужеродные телу микробы. Поэтому, если иммунитет ослаблен, то человек долго и продолжительно болеет, что серьезно ослабляет организм.

#### Органы чувств

За оценку и восприятие окружающего мира несут ответственность органы чувств. К ним относятся: органы зрения, слуха, обоняния, вкусовые органы и органы осязания. Все они связаны с нервной системой, которая опутывает как паутина весь организм. Через органы чувств в нервные окончания, а затем в мозг поступают сигналы, позволяющие испытывать человеку те или иные эмоции или реагировать на внешние раздражители.

Организм человека – уникальная система, в которой нет ненужных органов или клеток. Ученые тысячелетиями пытаются разгадать принципы устройства и взаимодействия органов и систем в организме. Даже новейшие приборы и датчики не могут пока объяснить многие загадки и тайны человеческого тела. Важно одно: обязательно нужно самостоятельно изучать свой организм, обеспечивать ему правильное питание. Беречь нервную систему и быть невосприимчивым к стрессам. Тогда организм прослужит долгие годы и будет работать как часы.

#### **Ткани организма человека**

Общие указания: **Ткань** - это совокупность клеток, имеющих сходное происхождение, строение и функции.

Каждая ткань характеризуется развитием в онтогенезе из определенного эмбрионального зачатка и типичными для нее взаимоотношениями с другими тканями и положением в организме (Н.А. Шевченко)

**Тканевая жидкость** - составная часть внутренней среды организма. представляет собой жидкость с растворенными в ней питательными веществами, конечными продуктами метаболизма, кислородом и углекислым газом. Находится в промежутках между клетками тканей и органов у позвоночных. Выполняет роль посредника между кровеносной системой и клетками организма. Из тканевой жидкости в кровеносную систему поступают углекислый газ, а вода и конечные продукты метаболизма всасываются в лимфатические капилляры. Объем ее составляет 26,5% массы тела.

#### ***Эпителиальная ткань:***

**Эпителиальная (покровная) ткань**, или эпителий, представляет собой пограничный слой клеток, который выстилает покровы тела, слизистые оболочки всех внутренних органов и полостей, а также составляет основу многих желез.

Эпителий отделяет организм от внешней среды, но одновременно служит посредником при взаимодействии организма с окружающей средой. Клетки эпителия плотно соединены друг с другом и образуют механический барьер, препятствующий проникновению микроорганизмов и чужеродных веществ внутрь организма. Клетки эпителиальной ткани живут непродолжительное время и быстро заменяются новыми (этот процесс именуется **регенерацией**).

Эпителиальная ткань участвует и во многих других функциях: секреции (железы внешней и внутренней секреции), всасывании (кишечный эпителий), газообмене (эпителий легких).

Главной особенностью Эпителия является то, что он состоит из непрерывного слоя плотно прилегающих клеток. Эпителий может быть в виде пласта из клеток, выстилающих все поверхности организма, и в виде крупных скоплений клеток – желез: печень, поджелудочная, щитовидная, слюнные железы и др. В первом случае он лежит на базальной мембране, которая отделяет эпителий от подлежащей соединительной ткани. Однако существуют исключения: эпителиальные клетки в лимфатической ткани чередуются с элементами соединительной ткани, такой эпителий называется атипическим.

Эпителиальные клетки, располагающиеся пластом, могут лежать во много слоев (многослойный эпителий) или в один слой (однослойный эпителий). По высоте клеток различают эпителии плоский, кубический, призматический, цилиндрический.

#### ***Соединительная ткань:***

**Соединительная ткань** состоит из клеток, межклеточного вещества и соединительнотканых волокон. Из нее состоят кости, хрящи, сухожилия, связки, кровь, жир, она есть во всех органах (рыхлая соединительная ткань) в виде так называемой стромы (каркаса) органов.

В противоположность эпителиальной ткани во всех типах соединительной ткани (кроме жировой) межклеточное вещество преобладает над клетками по объему, т. е. межклеточное вещество очень хорошо выражено. Химический состав и физические свойства межклеточного вещества очень разнообразны в различных

типах соединительной ткани. Например, кровь – клетки в ней «плавают» и передвигаются свободно, поскольку межклеточное вещество хорошо развито.

В целом, **соединительная ткань** составляет то, что называют внутренней средой организма. Она очень разнообразна и представлена различными видами – от плотных и рыхлых форм до крови и лимфы, клетки которых находятся в жидкости. Принципиальные различия типов соединительной ткани определяются соотношениями клеточных компонентов и характером межклеточного вещества.

В плотной волокнистой соединительной ткани (сухожилия мышц, связки суставов) преобладают волокнистые структуры, она испытывает существенные механические нагрузки.

Рыхлая волокнистая соединительная ткань чрезвычайно распространена в организме. Она очень богата, наоборот, клеточными формами разных типов. Одни из них участвуют в образовании волокон ткани (фибробласты), другие, что особенно важно, обеспечивают прежде всего защитные и регулирующие процессы, в том числе через иммунные механизмы (макрофаги, лимфоциты, тканевые базофилы, плазмоциты).

Костная ткань, образующая кости скелета, отличается большой прочностью. Она поддерживает форму тела (конституцию) и защищает органы, расположенные в черепной коробке, грудной и тазовой полостях, участвует в минеральном обмене. Ткань состоит из клеток (остеоцитов) и межклеточного вещества, в котором расположены питательные каналы с сосудами. В межклеточном веществе содержится до 70% минеральных солей (кальций, фосфор и магний).

В своем развитии костная ткань проходит волокнистую и пластинчатую стадии. На различных участках кости она организуется в виде компактного или губчатого костного вещества.

Хрящевая ткань состоит из клеток (**хондроцитов**) и межклеточного вещества (**хрящевого матрикса**), характеризующегося повышенной упругостью. Она выполняет опорную функцию, так как образует основную массу хрящей.

### ***Нервная ткань:***

**Нервная ткань** состоит из двух разновидностей клеток: нервных (нейронов) и глиальных. **Глиальные клетки** вплотную прилегают к нейрону, выполняя опорную, питательную, секреторную и защитную функции.

**Нейрон** – основная структурная и функциональная единица нервной ткани. Главная его особенность – способность генерировать нервные импульсы и передавать возбуждение другим нейронам или мышечным и железистым клеткам рабочих органов. Нейроны могут состоять из тела и отростков. Нервные клетки предназначены для проведения нервных импульсов. Получив информацию на одном участке поверхности, нейрон очень быстро передает ее на другой участок своей поверхности. Так как отростки нейрона очень длинные, то информация передается на большие расстояния. Большинство нейронов имеют отростки двух видов: короткие, толстые, ветвящиеся вблизи тела – дендриты и длинные (до 1.5 м), тонкие и ветвящиеся только на самом конце – аксоны. Аксоны образуют нервные волокна.

**Нервный импульс** – это электрическая волна, бегущая с большой скоростью по нервному волокну.

В зависимости от выполняемых функций и особенностей строения все нервные клетки подразделяются на три типа: чувствительные, двигательные (исполнительные) и вставочные. Двигательные волокна, идущие в составе нервов, передают сигналы мышцам и железам, чувствительные волокна передают информацию о состоянии органов в центральную нервную систему.

### ***Мышечная ткань***

Мышечные клетки называют мышечными волокнами, потому что они постоянно вытянуты в одном направлении.

Классификация мышечных тканей проводится на основании строения ткани (гистологически): по наличию или отсутствию поперечной исчерченности, и на основании механизма сокращения – произвольного (как в скелетной мышце) или непроизвольного (гладкая или сердечная мышцы).

**Мышечная ткань** обладает возбудимостью и способностью к активному сокращению под влиянием нервной системы и некоторых веществ. Микроскопические различия позволяют выделить **два типа этой ткани – гладкую** (неисчерченную) и **поперечнополосатую** (исчерченную).

Гладкая мышечная ткань имеет клеточное строение. Она образует мышечные оболочки стенок внутренних органов (кишечника, матки, мочевого пузыря и др.), кровеносных и лимфатических сосудов; сокращение ее происходит непроизвольно.

Поперечнополосатая мышечная ткань состоит из мышечных волокон, каждое из которых представлено многими тысячами клеток, слившимися, кроме их ядер, в одну структуру. Она образует скелетные мышцы. Их мы можем сокращать по своему желанию.

Разновидностью поперечнополосатой мышечной ткани является сердечная мышца, обладающая уникальными способностями. В течение жизни (около 70 лет) сердечная мышца сокращается более 2,5 млн. раз. Ни одна другая ткань не обладает таким потенциалом прочности. Сердечная мышечная ткань имеет поперечную исчерченность. Однако в отличие от скелетной мышцы здесь есть специальные участки, где мышечные волокна смыкаются. Благодаря такому строению сокращение одного волокна быстро передается соседним. Это обеспечивает одновременность сокращения больших участков сердечной мышцы.

### ***Типы тканей***

<b>Группа тканей</b>	<b>Виды тканей</b>	<b>Строение ткани</b>	<b>Местонахождение</b>	<b>Функции</b>
<b>Эпителий</b>	Плоский	Поверхность клеток гладкая. Клетки плотно примыкают друг к другу	Поверхность кожи, ротовая полость, пищевод, альвеолы, капсулы нефронов	Покровная, защитная, выделительная (газообмен, выделение мочи)
	Железистый	Железистые	Железы	Выделительная

		клетки вырабатывают секрет	кожи, желудок, кишечник, железы внутренней секреции, слюнные железы	(выделение пота, слез), секреторная (образование слюны, желудочного и кишечного сока, гормонов)
	Мерцательный (реснитчатый)	Состоит из клеток с многочисленными волосками(реснички)	Дыхательные пути	Защитная (реснички задерживают и удаляют частицы пыли)
<b>Соединительная</b>	Плотная волоконистая	Группы волоконистых, плотно лежащих клеток без межклеточного вещества	Собственно кожа, сухожилия, связки, оболочки кровеносных сосудов, роговица глаза	Покровная, защитная, двигательная
	Рыхлая волоконистая	Рыхло расположенные волоконистые клетки, переплетающиеся между собой. Межклеточное вещество бесструктурное	Подкожная жировая клетчатка, околосердечная сумка, проводящие пути нервной системы	Соединяет кожу с мышцами, поддерживает органы в организме, заполняет промежутки между органами. Осуществляет терморегуляцию тела
	Хрящевая (гиалиновая, эластическая, волоконистая)	Живые круглые или овальные клетки, лежащие в капсулах, межклеточное вещество плотное,	Межпозвоночные диски, хрящи в гортани, трахей, ушная раковина, поверхность	Сглаживание трещающих поверхностей костей. Защита от деформации дыхательных путей, ушных раковин

		упругое, прозрачное	ь суставов	
	Костная компактная и губчатая	Живые клетки с длинными отростками, соединенные между собой, межклеточное вещество – неорганически е соли и белок оссеин	Кости скелета	Опорная, двигательная, защитная
	Кровь и лимфа	Жидкая соединительна я ткань, состоит из форменных элементов (клеток) и плазмы (жидкость с растворенным и в ней органическими и минеральными веществами – сыворотка и белок фибриноген)	Кровеносна я система всего организма	Разносит O <sub>2</sub> и питательные вещества по всему организму. Собирает CO <sub>2</sub> и продукты диссимиляции. Обеспечивает постоянство внутренней среды, химический и газовый состав организма. Защитная (иммунитет). Регуляторная (гуморальная)
<b>Мышечна я</b>	Поперечно– полосатая	Многоядерные клетки цилиндрическо й формы до 10 см длины, исчерченные поперечными полосами	Скелетные мышцы, сердечная мышца	Произвольные движения тела и его частей, мимика лица, речь. Непроизвольные сокращения (автоматия) сердечной мышцы для проталкивания крови через камеры сердца. Имеет свойства возбудимости и

				сократимости
	Гладкая	Одноядерные клетки до 0,5 мм длины с заостренными концами	Стенки пищеварительного тракта, кровеносных и лимфатических сосудов, мышцы кожи	Непроизвольные сокращения стенок внутренних полых органов. Подняtie волос на коже
<b>Нервная</b>	Нервные клетки (нейроны)	Тела нервных клеток, разнообразные по форме и величине, до 0,1 мм в диаметре	Образуют серое вещество головного и спинного мозга	Высшая нервная деятельность. Связь организма с внешней средой. Центры условных и безусловных рефлексов. Нервная ткань обладает свойствами возбудимости и проводимости
		Короткие отростки нейронов – древовидноветвящиеся дендриты	Соединяются с отростками соседних клеток	Передают возбуждение одного нейрона на другой, устанавливая связь между всеми органами тела
		Нервные волокна – аксоны (нейриты) – длинные выросты нейронов до 1,5 м длины. В органах заканчиваются ветвистыми нервными	Нервы периферической нервной системы, которые иннервируют все органы тела	Проводящие пути нервной системы. Передают возбуждение от нервной клетки к периферии по центробежным нейронам; от рецепторов (иннервируемых органов) – к нервной клетке по

		окончаниями		центростремительным нейронам. Вставочные нейроны передают возбуждение с центростремительных (чувствительных) нейронов на центробежные(двигательные)
	Нейроглия	Нейроглия состоит из клеток нейроцитов	Находится между нейронами	Опора, питание, защита нейронов

## Кровь

Кровь человека составляет примерно 8% от массы тела. Кровь состоит из клеток, клеточных фрагментов и водного раствора, **плазмы**. Доля клеточных элементов в общем объеме называется *гематокритом* и составляет примерно 45%.

### Функции крови

Кровь осуществляет в организме различные функции. Она является транспортным средством, поддерживает постоянство «внутренней среды» организма (гомеостаз) и играет главную роль в защите от чужеродных веществ.

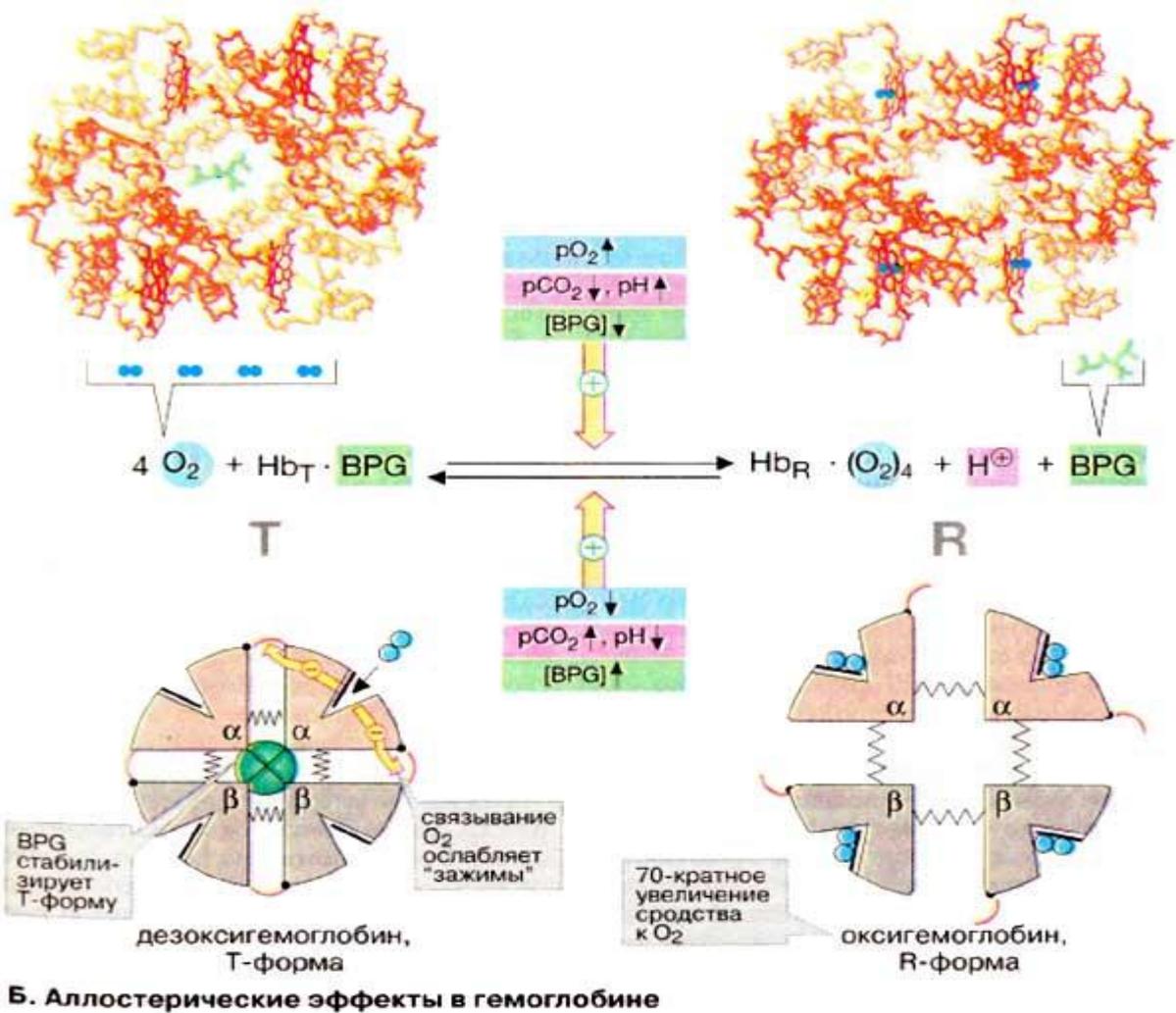
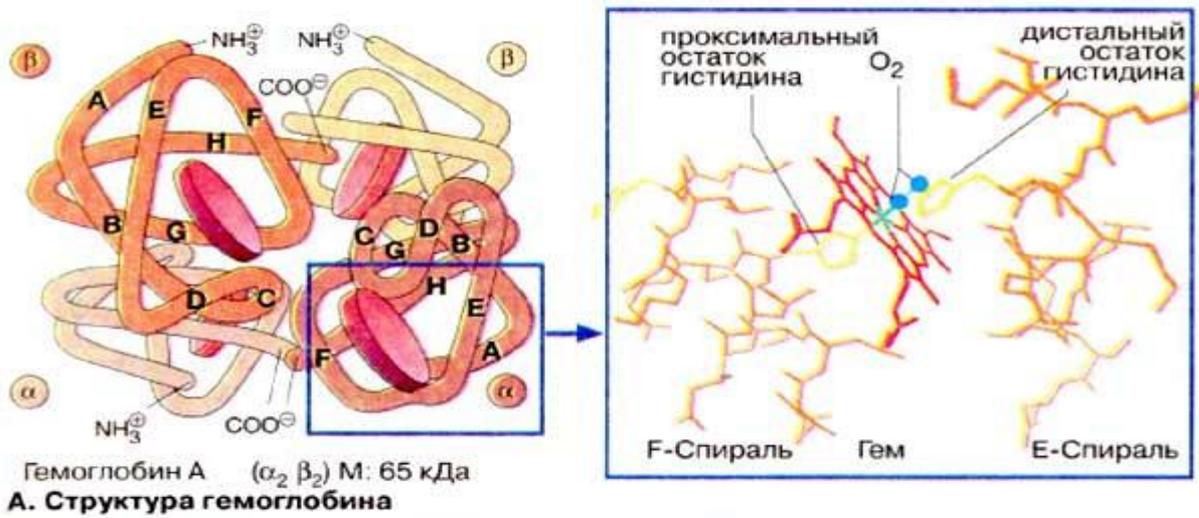
**Транспорт.** Кровь переносит *газы* — кислород и диоксид углерода, а также *питательные вещества* к печени и другим органам после всасывания в кишечнике. Такой транспорт обеспечивает снабжение органов и обмен веществ в тканях, а также последующий перенос *конечных продуктов метаболизма* для их выведения из организма легкими, печенью и почками. Кровь осуществляет также перенос *гормонов* в организме.

**Гомеостаз.** Кровь поддерживает водный баланс между кровеносной системой, клетками (внутриклеточным пространством) и внеклеточной средой. *Кислотно-основное равновесие* в крови регулируется легкими, печенью и почками. *Поддержание температуры тела* также зависит от контролируемого кровью транспорта тепла.

**Защита.** Против чужеродных молекул и клеток, проникающих в организм, кровь обладает неспецифическими и специфическими механизмами защиты. К специфической защитной системе относятся *клетки иммунной системы* и антитела.

**Гемостаз.** Для предотвращения кровопотери при повреждении кровеносных сосудов в крови существует эффективная система коагуляции — физиологическое свертывание. Растворение кровяных сгустков (фибринолиз) также обеспечивается кровью.

### Клетки крови



Нерастворимыми элементами крови являются эритроциты, лейкоциты и тромбоциты. Главная функция эритроцитов — **транспорт кислорода** от легких в ткани и  $\text{CO}_2$  от тканей обратно в легкие. Высшие организмы нуждаются для этого в специальной транспортной системе, так как молекулярный кислород *плохо растворим в воде*: в 1 л плазмы крови растворимо только около 3,2 мл  $\text{O}_2$ . Содержащийся в эритроцитах белок **гемоглобин (Hb)** способен связать в 70 раз

больше — 220 мл  $O_2$ /л. Содержание Hb в крови составляет 140-180 г/л у мужчин и 120-160 г/л у женщин, т. е. вдвое выше по сравнению с белками плазмы (50-80 г/л). Поэтому Hb вносит наибольший вклад в образование рН-буферной емкости крови (см. с. 280).

### Структура гемоглобина

Гемоглобин взрослого организма (**HbA**, см. ниже) является *тетрамером*, состоящим из двух  $\alpha$ - и двух  $\beta$ -субъединиц с молекулярными массами примерно 16 кДа.  $\alpha$ - и  $\beta$ -цепи отличаются аминокислотной последовательностью, но имеют сходную конформацию. Примерно 80% аминокислотных остатков глобина образуют  *$\alpha$ -спирали*, обозначенные буквами А-Н (см. схему). Каждая субъединица несет **группу гема** (формулу см. на рис.197) с **ионом двухвалентного железа** в центре. При связывании  $O_2$  с атомом железа в геме (**оксигенация Hb**) и отщеплении  $O_2$  (**дезоксигенация**) степень окисления атома железа не меняется. Окисление  $Fe^{2+}$  до  $Fe^{3+}$  в геме носит случайный характер. Окисленная форма гемоглобина, *метгемоглобин*, не способна переносить  $O_2$ . Доля метгемоглобина поддерживается ферментами на низком уровне и составляет поэтому обычно только 1-2%.

Четыре из шести координационных связей атома железа в гемоглобине заняты атомами азота пиррольных колец, пятая — остатком гистидина глобина (*проксимальный остаток гистидина*), а шестая — молекулой кислорода в оксигемоглобине и, соответственно,  $H_2O$  в дезоксигемоглобине.

### Аллостерические эффекты в гемоглобине

Аналогично аспаргат-карбамоилтрансферазе (см. с. 118) Hb может находиться в двух состояниях (*конформациях*): обозначаемых как Т- и R-формы соответственно. **Т-Форма** (напряженная от англ. tense) обладает существенно более *низким сродством к  $O_2$*  по сравнению с R-формой (на схеме справа). Связывание  $O_2$  с одной из субъединиц Т-формы приводит к локальным конформационным изменениям, которые ослабляют связь между субъединицами. С возрастанием парциального давления  $O_2$  увеличивается доля молекул Hb в высокоаффинной R-форме (от англ. relaxed). Благодаря **кооперативным взаимодействиям** между субъединицами с ростом концентрации кислорода повышается сродство Hb к  $O_2$ , в результате чего кривая насыщения имеет сигмоидальный вид (см. с.276).

На равновесие между Т- и R-формами влияют различные **аллостерические эффекторы**, регулирующие связывание  $O_2$  гемоглобином (желтые стрелки). К наиболее важным эффекторам относятся  $CO_2$ ,  $H^+$  и *2,3-дифосфоглицерат* [ДФГ (BPG)] (см. с. 276).

### Дополнительная информация

Hb взрослого организма состоит, как упомянуто выше, из двух  $\alpha$ - и двух  $\beta$ -цепей ( $\alpha_2\beta_2$ ). Наряду с этой основной формой (**HbA<sub>1</sub>**) в крови присутствуют незначительные количества второй формы с более высоким сродством к  $O_2$ , у второй  $\beta$ -цепи заменены  $\delta$ -цепями (**HbA<sub>2</sub>**,  $\alpha_2\delta_2$ ). Две другие формы Hb встречаются только в эмбриональном периоде развития. В первые три месяца образуются **эмбриональные гемоглобины** состава  $\xi_2\varepsilon_2$  и  $\alpha_2\gamma_2$ . Затем вплоть до рождения доминирует **фетальный гемоглобин** (HbF,  $\alpha_2\delta_2$ ), который постепенно заменяется на первом месяце жизни на HbA. Эмбриональный и фетальный

гемоглобины обладают более высоким сродством к  $O_2$  по сравнению с HbA, так как они должны переносить кислород из системы материнского кровообращения.

К **лейкоцитам** принадлежат различные формы гранулоцитов, моноцитов и лимфоцитов (см. рис. 287). Эти клетки различаются между собой размерами, функцией и местом образования.

**Тромбоциты** являются клеточными фрагментами больших клеток-предшественников мегакариоцитов костного мозга. Главная функция тромбоцитов — участие в коагуляции крови.

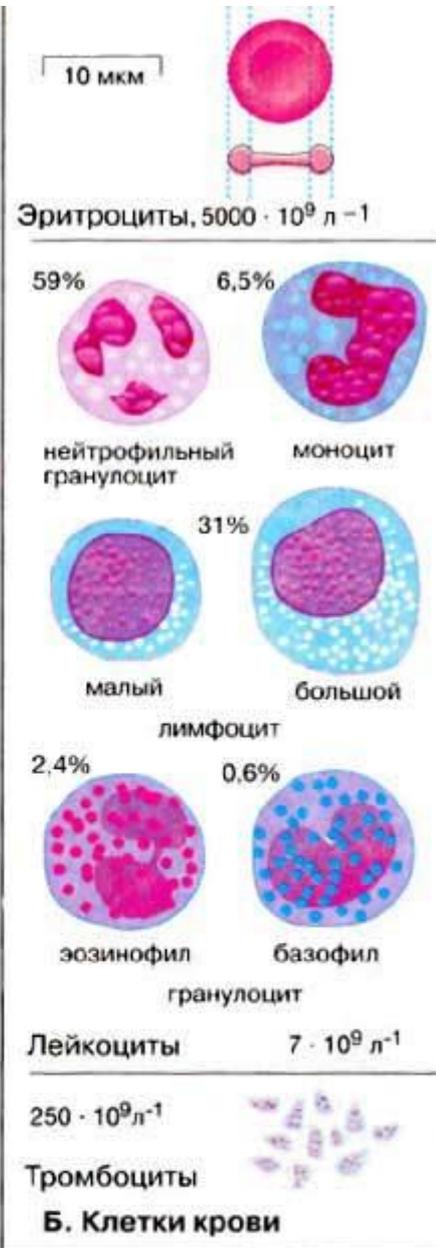
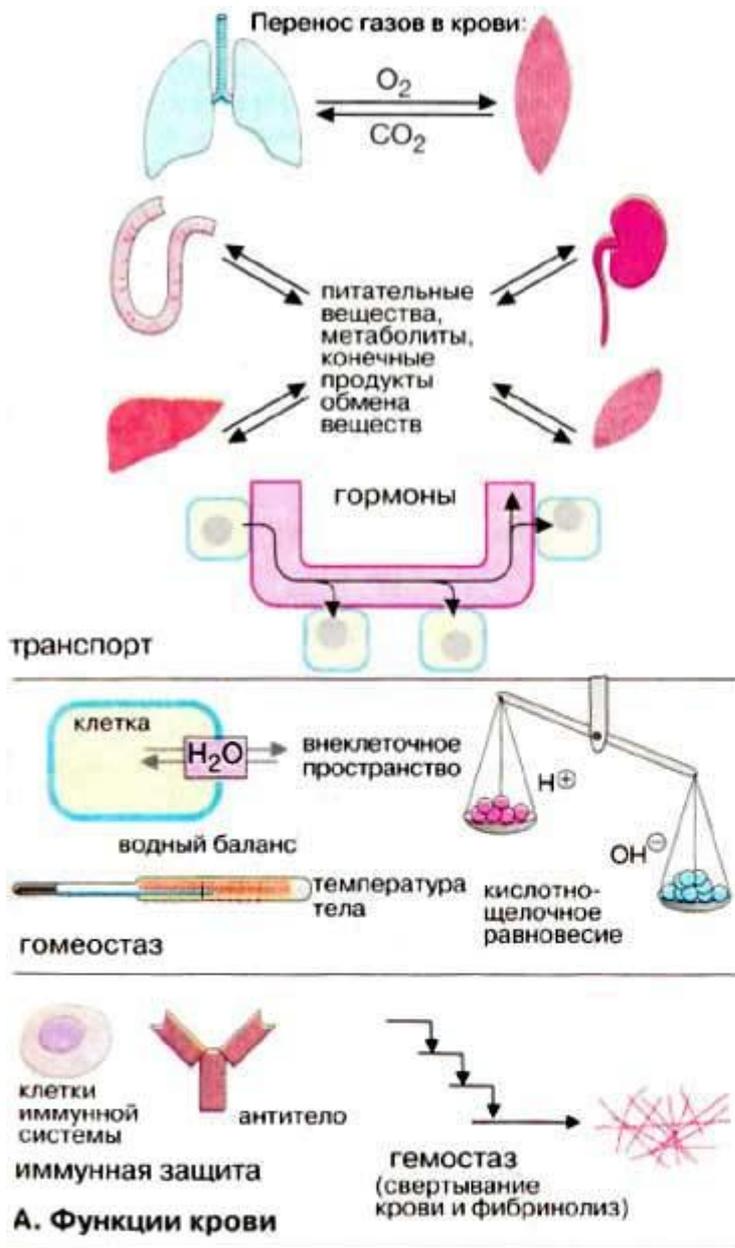
### **Состав плазмы крови**

Плазма крови является водным раствором электролитов, питательных веществ, метаболитов, белков, витаминов, следовых элементов и сигнальных веществ.

Определение **электролитного состава** плазмы крови проводится в клиничко-химических лабораториях. По сравнению с составом цитоплазмы в плазме крови обращают внимание относительно высокие концентрации ионов  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  и  $Cl^-$ . Напротив, концентрации ионов  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$  и фосфата ниже, чем в клетках. Концентрация белков также ниже, чем в клетках. Электролитный состав плазмы напоминает морскую воду, что указывает на эволюцию форм жизни из моря.

Список наиболее важных **метаболитов** плазмы крови приведен на рисунке справа. Белки плазмы крови рассмотрены в следующем разделе.

Жидкая фаза, остающаяся после свертывания крови, называется *сывороткой*. Она отличается от плазмы тем, что не содержит фибриногена и других белков, которые отделяются при коагуляции крови.



Метаболит	Концентрация, мМ
Глюкоза	3,6 - 6,1
Лактат	0,4 - 1,8
Пируват	0,07 - 0,11
Мочевина	3,5 - 9,0
Мочевая кислота	0,18 - 0,54
Креатинин	0,06 - 0,13
Аминокислоты	2,3 - 4,0
Аммиак	0,02 - 0,06
Липиды (суммарные)	5,5 - 6,0 г/л
Триацилглицерин	1,0 - 1,3 г/л
Холестерин	1,7 - 2,1 г/л

[http://yanko.lib.ru/books/biolog/nagl\\_biochem/index.htm](http://yanko.lib.ru/books/biolog/nagl_biochem/index.htm)  
[http://yanko.lib.ru/books/biolog/nagl\\_biochem/26\\_6.htm](http://yanko.lib.ru/books/biolog/nagl_biochem/26_6.htm)

### Изменения в крови при работе мышц

Под влиянием мышечной деятельности в крови происходят такие изменения, которые способствуют наилучшему обеспечению работы мышц при сохранении относительного постоянства внутренней среды организма.

Изменения в системе крови при мышечной работе существенно зависят от ее длительности и интенсивности.

- В начале любого вида мышечной деятельности в крови увеличивается содержание некоторых **гормонов**, выделяемых железами внутренней секреции. По мере продолжения работы гормональный фон меняется (содержание одних гормонов уменьшается, других увеличивается). Если работа продолжается чрезмерно длительно (марафонский бег), способность желез внутренней секреции продуцировать гормоны снижается. Количество гормонов в крови постепенно становится очень низким, что, в числе прочих факторов, определяет прекращение мышечной деятельности.

- В первые минуты любой более или менее интенсивной мышечной деятельности в крови регистрируется увеличение **уровня сахара**. Это происходит вследствие выхода сахара (глюкозы) из мест его резервного хранения (печени). Сахар крови является основным источником питания мозга и - в начале мышечной деятельности - работающих мышц. По мере продолжения работы уровень сахара в крови нормализуется, а затем существенно снижается.

- Снижение уровня сахара в крови при длительной мышечной деятельности заставляет организм использовать в качестве источника питания **жиры**. Жиры выходят из мест их резервного хранения (печени), и примерно на 20-30-ой минуте работы их содержание в крови повышается. По мере продолжения мышечной деятельности, содержание жиров в крови снижается, что является существенным фактором, обуславливающим прекращение длительной работы (такой как марафонский бег).

Расщепление жиров - сложный и длительный процесс, требующий большого количества кислорода, поэтому он возможен только при длительных нагрузках умеренной интенсивности. Во время мышечной деятельности жиры могут быть доставлены в кровотоки только из печени. Расщепление жиров в подкожной жировой клетчатке - цель желающих похудеть - происходит в период восстановления.

- Если длительная интенсивная мышечная деятельность выполняется в условиях ответственных соревнований, когда эмоциональное напряжение помогает преодолевать утомление, после истощения жировых запасов в крови и печени **организм может начать использовать в качестве источника энергии белки**. При интенсивной мышечной деятельности для освобождения энергии могут использоваться только легко расщепляемые низкомолекулярные белки. В качестве таковых хорошо подходят иммунные белки. Уровень иммунных белков в крови в этих условиях может снижаться столь существенно, что перестает определяться.

Организм нетренированного человека не способен продолжать работу, энергообеспечение которой осуществляется за счет расщепления белков.

- Если мышечная деятельность достаточно интенсивна и длительна (бег в течение нескольких десятков минут), **часть плазмы уходит из сосудистого**

**русла в межклеточную жидкость.** Это увеличивает концентрацию в крови эритроцитов, транспортирующих кислород (а также других форменных элементов). В таких условиях один и тот же объем крови способен перенести больше кислорода работающим мышцам. Недостатком уменьшения объема плазмы является увеличение вязкости крови, что затрудняет работу сердца.

● Если мышечная работа достаточно интенсивна и продолжается более нескольких десятков минут, **в кровяное русло поступает дополнительное количество форменных элементов** (эритроцитов, тромбоцитов, лейкоцитов) из мест из резервного хранения (селезенки, лимфатических узлов, красного костного мозга, легких, печени). Выход дополнительных форменных элементов в кровяное русло еще больше увеличивает их концентрацию в крови (и одновременно повышает вязкость крови).

Увеличение содержания эритроцитов в крови повышает способность крови доставлять клеткам кислород (и забирать из клеток углекислый газ). Увеличение содержания лейкоцитов обуславливает повышение защитных функций организма.

Увеличение содержания тромбоцитов обеспечивает более высокую свертываемость крови.

Для мышечной деятельности наибольшее значение имеет повышение содержания эритроцитов, так как скорость доставки кислорода к работающим мышцам является одним из главных факторов, определяющих работоспособность мышц.

● При длительной мышечной деятельности (несколько десятков минут и более), сопровождающейся обильным потоотделением, кровь теряет с потом дополнительное количество жидкой части плазмы, что еще больше увеличивает ее вязкость. Суммарное **увеличение вязкости крови** при мышечной деятельности может достигать 70 % (выход дополнительных форменных элементов, потеря жидкой части плазмы с потом, выход жидкой части плазмы из сосудистого русла в межклеточную жидкость и другие факторы).

● По мере выполнения мышечной деятельности в крови **увеличивается содержание продуктов распада** - результата интенсивной работы сокращающихся мышц. Если работа умеренно интенсивна (работа умеренной мощности), содержание продуктов распада невелико, так как большинство из них успевает полностью расщепиться до углекислого газа и воды и удалиться из организма органами выделения. Если же работа достаточно интенсивна (работа субмаксимальной мощности и работа большой мощности: бег на дистанции 800 - 3000 м), скорость образования продуктов распада существенно выше, чем скорость их удаления. Кроме того, большое количество продуктов распада не успевает полностью окислиться до углекислого газа и воды и находится в крови в недоокисленной форме, изменяя кислотно-щелочное равновесие (pH) крови. В таких условиях накопление в крови продуктов распада является одним из важных факторов, обуславливающих прекращение работы или существенное снижение ее интенсивности.

● Увеличение концентрации эритроцитов обуславливает большее насыщение крови кислородом в легких. То есть **артериальная кровь при работе более богата кислородом, чем в покое**. Одновременно работающие мышцы потребляют существенно больше кислорода по сравнению с уровнем покоя, что значительно снижает содержание его в крови. Таким образом, **венозная кровь при мышечной работе намного беднее кислородом и намного богаче углекислым газом, чем в состоянии покоя**.

**Основные изменения в крови при кратковременной интенсивной работе**

**(с максимальной длительностью до 2 минут)**

● Увеличивается содержание некоторых гормонов (адреналина, норадреналина).

● Увеличивается содержание сахара.

**Основные изменения в крови при интенсивной работе с максимальной длительностью от 2 до 10 минут**

● Увеличивается содержание некоторых гормонов (адреналина, норадреналина, некоторых гормонов гипофиза и коркового вещества надпочечников).

● Существенно увеличивается содержание недоокисленных продуктов распада (молочной и других кислот).

● Кислотно-щелочное равновесие крови (рН) существенно смещается в кислую сторону.

**Основные изменения в крови при интенсивной работе с максимальной длительностью от 10 до 40 минут**

● Увеличивается содержание адреналина, норадреналина, некоторых гормонов гипофиза и коркового вещества надпочечников, инсулина. Снижается содержание некоторых гормонов гипофиза и половых гормонов.

● Увеличивается содержание недоокисленных продуктов распада (молочной и других кислот). Это увеличение тем больше, чем меньше длительность и большеинтенсивность работы.

● Кислотно-щелочное равновесие крови (рН) смещается в кислую сторону. Смещение рН тем больше, чем меньше длительность и больше интенсивность работы.

● Снижается уровень сахара и увеличивается содержание жиров, которые выходят из печени.

● Часть плазмы уходит из сосудистого русла в межтканевую жидкость, в результате чего увеличивается концентрация форменных элементов крови и, соответственно, ее способность переносить кислород. По этой же причине увеличивается вязкость крови.

● Примерно после 30-ой минуты работы в кровь выходит дополнительное количество эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов из мест их резервного хранения.

Снижение содержания половых гормонов во время достаточно интенсивной и длительной мышечной деятельности является физиологически нормальной

реакцией и не приводит к каким-либо отрицательным побочным эффектам. Единственное, что можно наблюдать - временное снижения полового влечения в результате физического утомления.

### **Основные изменения в крови в конце интенсивной работы длительностью до нескольких часов (марафонский бег)**

● Существенно снижается способность желез внутренней секреции продуцировать гормоны. Уровень гормонов в крови падает, что является одним из факторов прекращения работы.

● Существенно снижается уровень сахара, жиров. Организм начинает использовать в качестве источника энергии белки (прежде всего - иммунные). Содержание иммунных белков в крови существенно снижается. Для предотвращения обмороков вследствие голодания мозга во время соревнований на сверхдлинные дистанции спортсменам обязательно дают питательные смеси.

● В кровь выходит дополнительное количество эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов из мест их резервного хранения и из органов кроветворения. Количество лейкоцитов может увеличиваться в 10 раз и более по сравнению с уровнем покоя в основном за счет незрелых недавно образовавшихся клеток.

● Часть плазмы уходит из сосудистого русла в межтканевую жидкость - увеличивается концентрация форменных элементов и вязкость крови.

● Большое количество жидкой части плазмы теряется вместе с потом. Может наблюдаться даже обезвоживание организма. Поэтому во время соревнований на сверхдлинные дистанции спортсменам обязательно дают пить.

Изменения при работе с максимальной длительностью от 40 минут до 2 часов, не описанные здесь, схожи с изменениями при работе, которая может продолжаться до нескольких часов.

### **Основные изменения в системе крови под влиянием многолетних систематических тренировок**

В результате многолетних регулярных занятий физическими упражнениями в системе крови происходят такие изменения, которые помогают обеспечить повышение работоспособности в конкретном виде мышечной деятельности.

**Тренировки в зоне максимальной мощности** (максимально интенсивная работа в течение нескольких секунд) практически не влияют на картину крови.

**Под влиянием тренировок в зоне субмаксимальной мощности** (работа с максимальной длительностью от 1 до 3-4 минут) Увеличивается способность крови противостоять закислению. Это достигается путем увеличения резерва щелочей крови. Одновременно увеличивается способность организма функционировать в условиях сильного закисления крови.

Если в покое рН (показатель кислотности-щелочности) крови равен 7.36 для артериальной крови и 7.34 для венозной крови (то есть кровь имеет слабощелочную реакцию), то при работе субмаксимальной мощности у высококвалифицированных спортсменов этот показатель может снижаться до 7.0 и даже до 6.9 (!). То есть реакция крови может становиться нейтральной или даже кислой (!).

Если такую кровь ввести здоровому нетренированному человеку, это неизбежно вызовет денатурацию белков и, как следствие, смерть организма.

**Под влиянием тренировок в зоне большой и умеренной мощности** (работа с максимальной длительностью от 5-6 минут до нескольких часов)

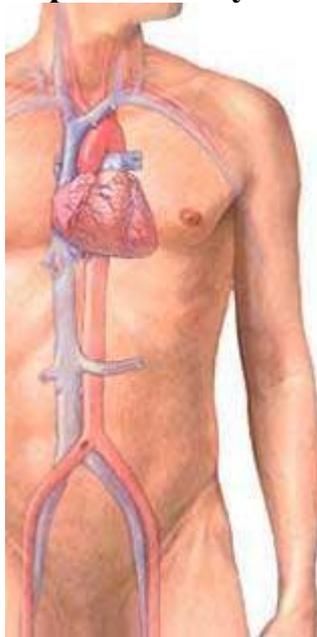
Увеличивается содержание эритроцитов в крови даже в состоянии покоя. Это повышает способность крови переносить кислород.

Если у нетренированного человека в состоянии покоя количество эритроцитов равно 4-5 миллионов в  $1 \text{ мм}^3$  крови, то у высококвалифицированных бегунов на длинные и сверхдлинные дистанции на пике спортивной формы эта величина может превышать 6 миллионов в  $1 \text{ мм}^3$  крови.

В покое несколько увеличивается содержание лимфоцитов.

**Лимфоциты** - это разновидность лейкоцитов, отвечающая за иммунные реакции организма: выработку антител, разрушение чужеродных клеток, уничтожение собственных мутантных клеток и другие. Таким образом, у бегунов на длинные и сверхдлинные дистанции повышена способность организма противостоять различного рода вредным воздействиям. Соответственно, в оздоровительные тренировочные программы обязательно должны входить длительный бег трусцой, длительная ходьба, длительная езда на велосипеде, длительная ходьба на лыжах или другие виды упражнений, которые могут продолжаться несколько десятков минут.

### **Сердечно-сосудистая система**



Ваша сердечно-сосудистая система переносит кислород и питательные вещества между тканями и органами. Кроме того, она помогает удалять из организма шлаки.

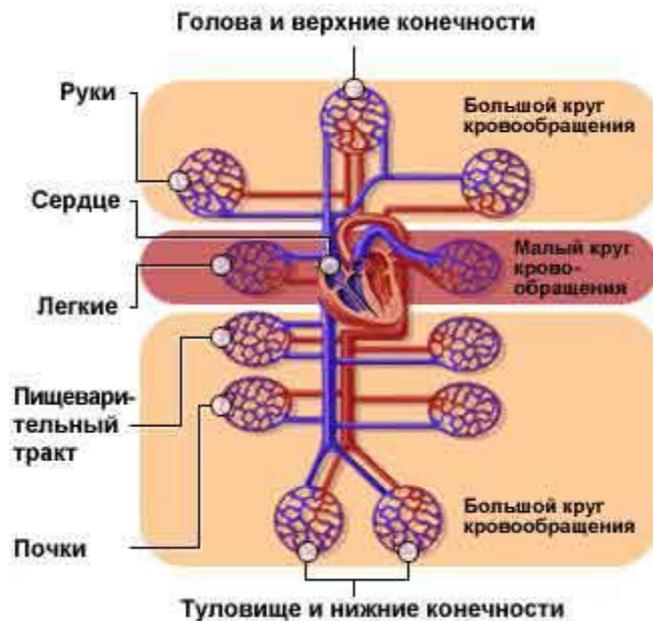
Сердце, кровеносные сосуды и сама кровь образуют сложную сеть, по которой плазма и форменные элементы транспортируются в Вашем организме.

Эти вещества переносятся кровью по кровеносным сосудам, а кровь приводит в движение сердце, работающее как насос.

Кровеносные сосуды сердечно-сосудистой системы образуют две основных подсистемы: сосуды малого круга кровообращения и сосуды большого круга кровообращения.

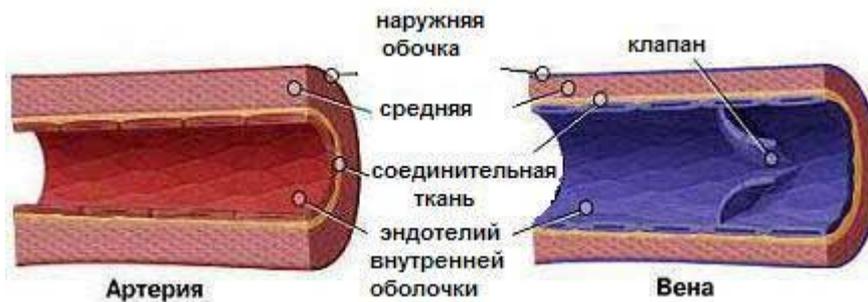
**Сосуды малого круга** кровообращения переносят кровь от сердца к легким и обратно.

**Сосуды большого круга** кровообращения соединяют сердце со всеми другими частями тела.



## Кровеносные сосуды

Кровеносные сосуды переносят кровь между сердцем и различными тканями и органами тела.



Существуют следующие типы кровеносных сосудов:

- артерии
- артериолы
- капилляры
- венулы и вены

Артерии и артериолы несут кровь от сердца. Вены и венулы доставляют кровь обратно в сердце.

Артерии и артериолы

Артерии несут кровь из желудочков сердца в другие части тела. Они имеют большой диаметр и толстые эластичные стенки, выдерживающие очень высокое давление крови.

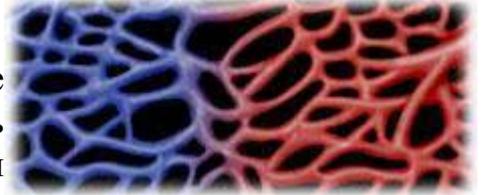
Перед тем как соединиться с капиллярами артерии делятся на более тонкие ветви, называемые артериолами.

## Капилляры

Капилляры - это самые мелкие кровеносные сосуды, которые соединяют артериолы с венами. Благодаря очень тонкой стенке капилляров в них происходит обмен питательными и другими веществами (такими, как кислород и углекислый газ) между кровью и клетками различных тканей.

В зависимости от потребности в кислороде и других питательных веществах разные ткани имеют разное количество капилляров.

Такие ткани, как мышцы, потребляют большое количество кислорода, и поэтому имеют густую сеть капилляров. С другой стороны, ткани с медленным обменом веществ (такие, как эпидермис и роговица)



вообще не имеют капилляров. Тело человека имеет очень много капилляров: если бы их можно было расплести и вытянуть в одну линию, то ее длина составила бы от 40 000 до 90 000 км!

## Венулы и вены

Венулы - это крошечные сосуды, соединяющие капилляры с венами, которые крупнее венул. Вены располагаются почти параллельно артериям и несут кровь обратно к сердцу. В отличие от артерий, вены имеют более тонкие стенки, которые содержат меньше мышечной и эластичной ткани.

## Значение кислорода

Клетки Вашего организма нуждаются в кислороде, и именно кровь переносит кислород от легких к различным органам и тканям.

Когда Вы дышите, кислород проходит через стенки особых воздушных мешочков (альвеол) в легких и захватывается специальными клетками крови (эритроцитами).

Обогащенная кислородом кровь по малому кругу кровообращения попадает в сердце, которое перекачивает ее по большому кругу кровообращения в другие части тела. Попав в разные ткани, кровь отдает содержащийся в ней кислород и забирает вместо него углекислый газ.

Насыщенная углекислым газом кровь возвращается в сердце, которое снова перекачивает ее в легкие, где она освобождается от углекислого газа и насыщается кислородом, завершая тем самым цикл газообмена.

## Кровь

## КОМПОНЕНТЫ КРОВИ



В организме взрослого человека находится в среднем 5 л крови. Кровь состоит из жидкой части и форменных элементов. Жидкая часть называется плазма, а форменные элементы состоят из эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов.

### Плазма

Плазма - это жидкость, в которой находятся клетки крови и тромбоциты. Плазма на 92 % состоит из воды, а также содержит сложную смесь белков, витаминов и гормонов.

### Эритроциты

Эритроциты составляют более 99 % клеток крови. Кровь имеет красный цвет благодаря присутствующему в эритроцитах белку, который называется гемоглобин.

Именно гемоглобин связывает кислород и разносит его по всему организму. При соединении с кислородом образуется ярко красное вещество, называемое оксигемоглобин. После высвобождения кислорода возникает более темное вещество, называемое дезоксигемоглобин.



Содержание эритроцитов в крови обозначают их числом в одном кубическом миллиметре. У здоровых людей в одном кубическом миллиметре содержится от 4.2 до 6.2 млн эритроцитов.

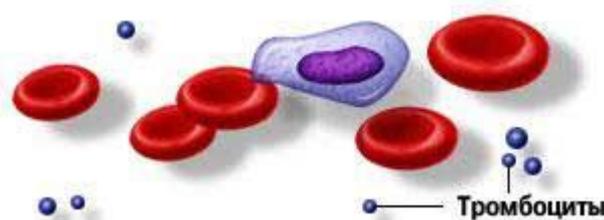
### Лейкоциты

Лейкоциты или белые кровяные шарики - это пехота, защищающая Ваш организм от инфекции. Эти клетки защищают организм путем фагоцитоза (поедания) бактерий или же посредством выработки особых веществ, которые разрушают возбудителей инфекций. Лейкоциты действуют в основном вне кровеносной системы, но в участки инфекции они попадают именно с кровью. Содержание лейкоцитов в крови тоже обозначают их числом в одном кубическом миллиметре. У здоровых людей в одном кубическом миллиметре крови находится 5 - 10 тысяч лейкоцитов. Врачи следят за количеством лейкоцитов, поскольку любое его изменение зачастую является признаком болезни или инфекции.



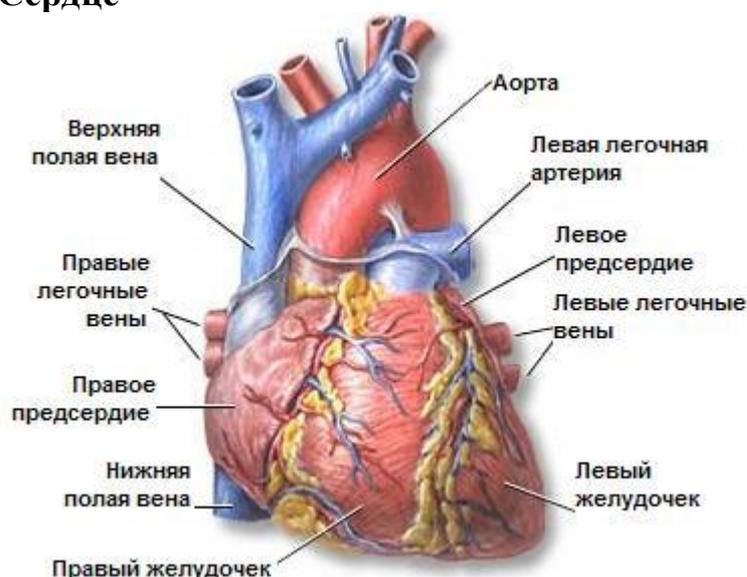
## Тромбоциты

Тромбоциты - это фрагменты клеток, которые меньше половины эритроцита. Тромбоциты помогают "ремонттировать" кровеносные сосуды, прикрепляясь к поврежденным стенкам, а также участвуют в свертывании крови, которое предотвращает кровотечение и выход крови из кровеносного сосуда.



[в начало страницы](#)

## Сердце



Несмотря на небольшой размер Вашего сердца (примерно такой же, как размер сжатого кулака), этот маленький мышечный орган перекачивает около 5-6 л крови в минуту даже когда вы отдыхаете!

Сердце человека - это мышечный насос, разделенный на 4 камеры. Две верхние камеры называются предсердия, а две нижние - желудочки.

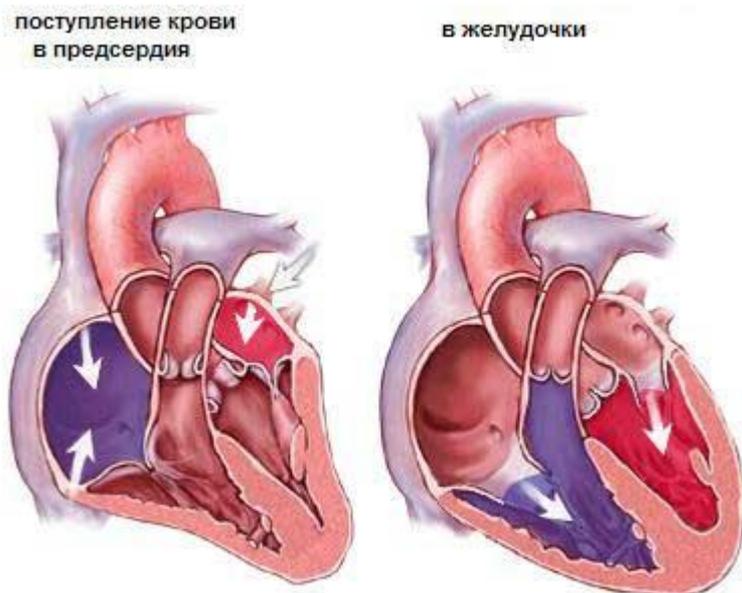
Эти два типа камер сердца выполняют разные функции: предсердия собирают кровь поступающую в сердце и проталкивают ее в желудочки, а желудочки выталкивают кровь из сердца в артерии, по которым она попадает во все части тела.

Два предсердия разделены межпредсердной перегородкой, а два желудочка - межжелудочковой перегородкой. Предсердие и желудочек каждой стороны сердца соединяются предсердно-желудочковым отверстием. Это отверстие открывает и закрывает предсердно-желудочковый клапан. Левый предсердно-желудочковый клапан известен также как митральный клапан, а правый предсердно-желудочковый клапан - как трехстворчатый клапан.

### Как работает сердце

Для перекачки крови через сердце в его камерах происходят чередующиеся

расслабления (диастолы) и сокращения (систола), во время которых камеры наполняются кровью и выталкивают ее соответственно.

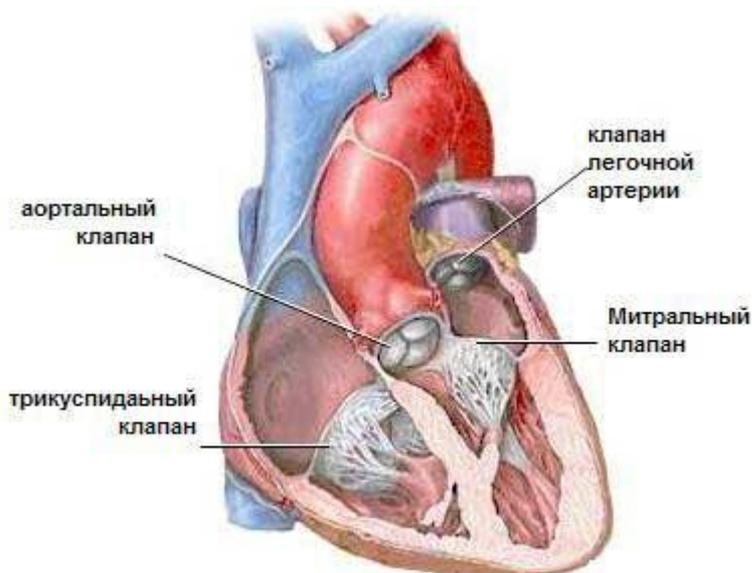


Правое предсердие сердца получает бедную кислородом кровь по двух главным венам: верхней полый и нижней полый, а также из более мелкого венечного синуса, который собирает кровь из стенок самого сердца. При сокращении правого предсердия кровь через трехстворчатый клапан попадает в правый желудочек. Когда правый желудочек достаточно наполнится кровью, он сокращается и выбрасывает кровь через легочные артерии в малый круг кровообращения.

Кровь, обогащенная кислородом в легких, по легочным венам попадает в левое предсердие. После заполнения кровью левое предсердие сокращается и через митральный клапан выталкивает кровь в левый желудочек.

После заполнения кровью левый желудочек сокращается и с большой силой выбрасывает кровь в аорту. Из аорты кровь попадает в сосуды большого круга кровообращения, разнося кислород ко всем клеткам тела.

## **Клапаны сердца**



Клапаны действуют как ворота, давая крови возможность переходить из одной камеры сердца в другую и из камер сердца в связанные с ними кровеносные сосуды. В сердце имеются следующие клапаны: трехстворчатый, легочный (легочного ствола), двустворчатый (он же митральный) и аортальный.

#### Трехстворчатый клапан

Трехстворчатый клапан расположен между правым предсердием и правым желудочком. При открытии этого клапана кровь переходит из правого предсердия в правый желудочек. Трехстворчатый клапан предотвращает обратный ток крови в предсердие, закрываясь во время сокращения желудочка. Само название этого клапана говорит о том, что он состоит из трех створок.

#### Клапан легочной артерии

При закрытом трехстворчатом клапане кровь в правом желудочке находит выход только в легочный ствол. Легочный ствол делится на левую и правую легочные артерии, которые идут соответственно в левое и правое легкое. Вход в легочный ствол закрывается легочным клапаном. Легочный клапан состоит из трех створок, которые открыты в момент сокращения правого желудочка и закрыты в момент его расслабления. Легочный клапан позволяет крови попадать из правого желудочка в легочные артерии, но предотвращает обратный ток крови из легочных артерий в правый желудочек.

#### Двустворчатый клапан (митральный клапан)

Двустворчатый или митральный клапан регулирует ток крови из левого предсердия в левый желудочек. Как и трехстворчатый клапан, двустворчатый клапан закрывается в момент сокращения левого желудочка. Митральный клапан состоит из двух створок.

#### Аортальный клапан

Аортальный клапан состоит из трех створок и закрывает собой вход в аорту. Этот клапан пропускает кровь из левого желудочка в момент его сокращения и

препятствует обратному току крови из аорты в левый желудочек в момент расслабления последнего.



## **6.Лимфатическая система человека**

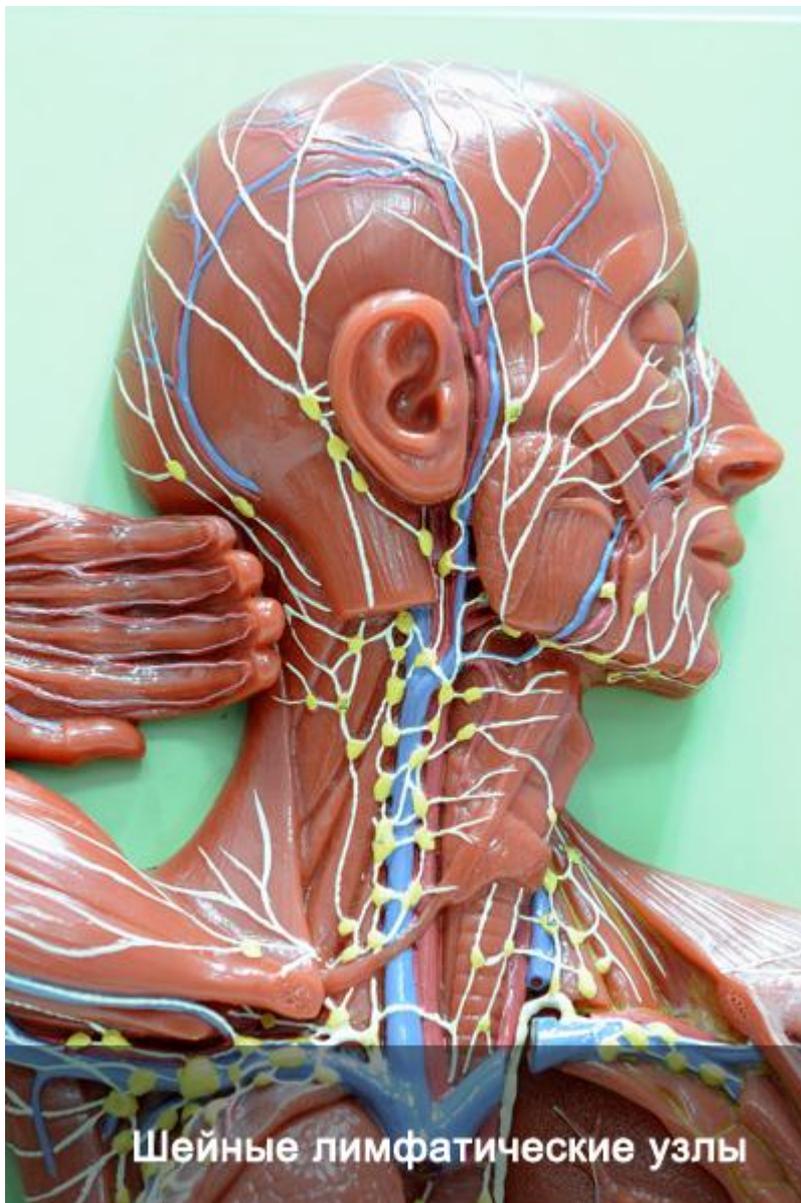
**Лимфатическая система** тесно связана с сердечно-сосудистой и дополняет ее. Лимфатическая система транспортирует тканевую жидкость и белки из межтканевого пространства через подключичные вены в кровь. Жидкость, циркулирующая в лимфатических сосудах, называется лимфой. Система также переносит жиры из тонкой кишки в кровь, что играет немаловажную роль в защитной системе организма от инфекций.

<http://sportmassag.ru/userfiles/limpha.png>

### **В структуру лимфатической системы входят:**

- » лимфатические капилляры, сосуды и стволы: трубки, по которым течет жидкость;
- » лимфатические узлы: образования, расположенные по всему телу;
- » лимфатические органы: селезенка, тимус (вилочковая железа) и миндалины;
- » лимфатические протоки: различают два протока — правый лимфатический проток и грудной проток, которые впадают в правые и левые подключичные вены соответственно;
- » лимфа: жидкость, которая циркулирует по сосудам.

**Лимфатические капилляры** представляют собой замкнутые с одного конца трубки, формирующие огромную сеть в тканях и органах человеческого тела. Стенки капилляров очень тонкие, поэтому жидкость, белки и крупные частицы свободно попадают внутрь. Поскольку эти частицы и белки не могут пройти сквозь стенки кровеносного сосуда, они попадают в кровь через лимфатическую систему. Лимфатические сосуды образуются путем слияния мельчайших лимфатических капилляров. По строению лимфатические сосуды напоминают вены, но имеют более тонкие стенки и большее число клапанов для предотвращения оттока лимфы.



Все лимфатические сосуды проходят через лимфатические узлы. Они объединены в несколько групп и располагаются по ходу сосудов. Множество приносящих сосудов несут лимфу в узел, а вытекает она оттуда только по одному или двум выносящим сосудам. Лимфатические узлы представляют собой небольшие образования округлой, овальной, бобовидной, реже лентовидной формы до 2 см длиной. Здесь лимфа отфильтровывается, инородные включения отделяются и уничтожаются, и здесь же вырабатываются лимфоциты для борьбы с инфекцией. Выносящие сосуды, отходя от узлов, соединяются в лимфатические стволы.

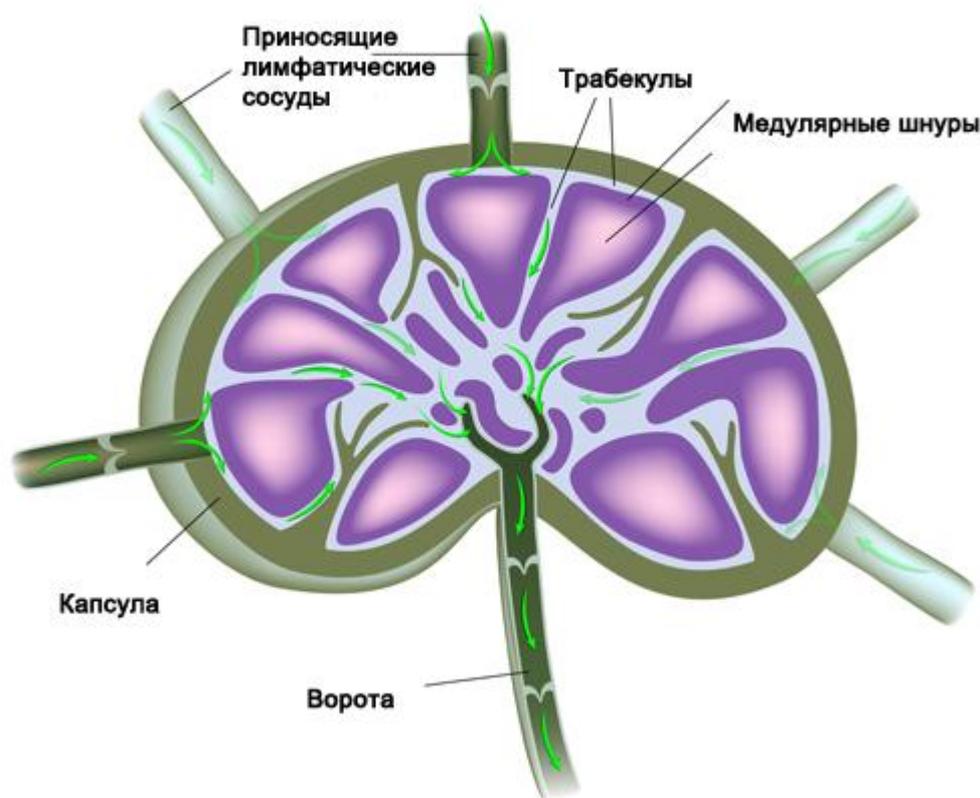
**Они образуют два главных протока:**

**Грудной проток:** через него лимфа проходит от левой руки, левой стороны головы и груди и всех органов ниже ребер и вливается в левую подключичную вену.

**Правый лимфатический проток:** через него лимфа проходит от правой верхней четверти тела — руки, правой стороны головы и груди — и вливается в правую подключичную вену.

Таким путем лимфа переносится из межтканевых пространств обратно в кровь. Любой сбой или закупорка лимфатической системы влечет за собой опухоль тканей, или отек.

### Лимфатический узел в разрезе



Скорость, с которой лимфа проходит через лимфатическую систему, зависит от многих факторов: например, сокращение и расслабление мышц помогают обратному оттоку лимфы, так же как отрицательное давление или движение груди во время дыхания. Поэтому физические упражнения значительно ускоряют поток лимфы. Делая упражнения, можно улучшить состояние тканей при застоях и отеках в суставах и мышцах. Объем лимфы, проходящей через капилляры и сосуды, зависит от давления внутри и снаружи сосудов.

Массаж помогает ускорить движение лимфы в лимфатических сосудах, таким образом увеличивая отток тканевой жидкости. Длительные круговые поглаживания оказывают давление на сосуды и проталкивают лимфатическую жидкость к ближайшей группе лимфатических узлов (помните об этом!). Надавливания (разминания) сжимают ткани. Это увеличивает количество тканевой жидкости, которая направляется в лимфатические сосуды.

#### Функции лимфатической системы.

1. Лимфатическая система уносит тканевую жидкость из межклеточного пространства.
2. Она переносит эту жидкость и белки к подключичным венам и возвращает в кровь.
3. Переносит жиры из тонкой кишки в кровь.

4. Вырабатывает лимфоциты, которые защищают организм от инфекций и болезней.
5. В лимфатических узлах отфильтровываются и удаляются инородные вещества и отработанные продукты.

#### **Воздействие массажа на лимфатическую систему.**

- ☀ Ускоряет поток лимфы в лимфатических сосудах. В результате того, что массажные движения осуществляются по направлению оттока лимфы к ближайшей группе лимфатических узлов, скорость потока лимфы увеличивается. Поэтому массажные поглаживания всегда должны быть направлены к самой близкой группе лимфатических узлов.
- ☀ Давление на ткани облегчает проникновение жидкости через стенки сосудов. Жидкость из ткани проходит через лимфатические сосуды быстрее, что предотвращает или уменьшает отек (опухоль тканей).
- ☀ Быстрее удаляются большие частицы продуктов распада, которые могут пройти через стенки лимфатических сосудов.

Для снятия отека после поглаживаний целесообразно применить движения надавливания и сжатия. Будет гораздо лучше, если приподнять массируемую часть тела, поскольку сила тяжести поможет оттоку лимфы.

#### *Контрольные вопросы:*

1. *Что такое ткань?*
2. *В чем заключается физиологическое значение каждого типа тканей для организма?*
3. *Черты сходства и различия разных типов тканей.*
4. *Состав крови.*
5. *В чем состоит взаимосвязь строения и функций клеток крови: лейкоцитов, эритроцитов, тромбоцитов?*
6. *Как строение эритроцитов связано их функцией?*
7. *На основании чего можно утверждать, что клетки крови живые?*
8. *В каких сосудах происходит газообмен?*
9. *В каком отделе сердца начинается малый круг кровообращения?*
10. *По каким сосудам кровь поступает к органам тела?*
11. *От чего нарушается артериальное давление?*
12. *Как распределяется кровь в организме?*
13. *В чем состоит связь между кровеносной и лимфатической системами?*

#### *Литература*

1. Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И., Гайворонский А.И. Анатомия и физиология человека. – М.: «Академия», 2011.
2. Миловзорова М. С. Анатомия и физиология человека. М: Медицина, 1972.
3. Федюкович Н.И. Анатомия и физиология человека. Ростов-на-Дону: «Феникс», 2009.

## Тема 2: Железы внутренней секреции. Влияние желез на работу мышц.

План:

1. Система желез внутренней секреции и ее функции.
2. Железы внутренней секреции человека.
  - Гипофиз.
  - Надпочечники.
  - Щитовидная железа.
  - Паращитовидные железы.
  - Поджелудочная железа.
  - Вилочковая железа.
  - Эпифиз.
  - Половые железы:
    - ✓ основные гормоны мужских половых желез;
    - ✓ основные гормоны женских половых желез;
    - ✓ женский половой цикл.
3. Изменения в работе желез внутренней секреции под влиянием работы мышц.
4. Легкая мышечная работы.
5. Мышечная работа средней тяжести.
6. Истоющая мышечная работа.

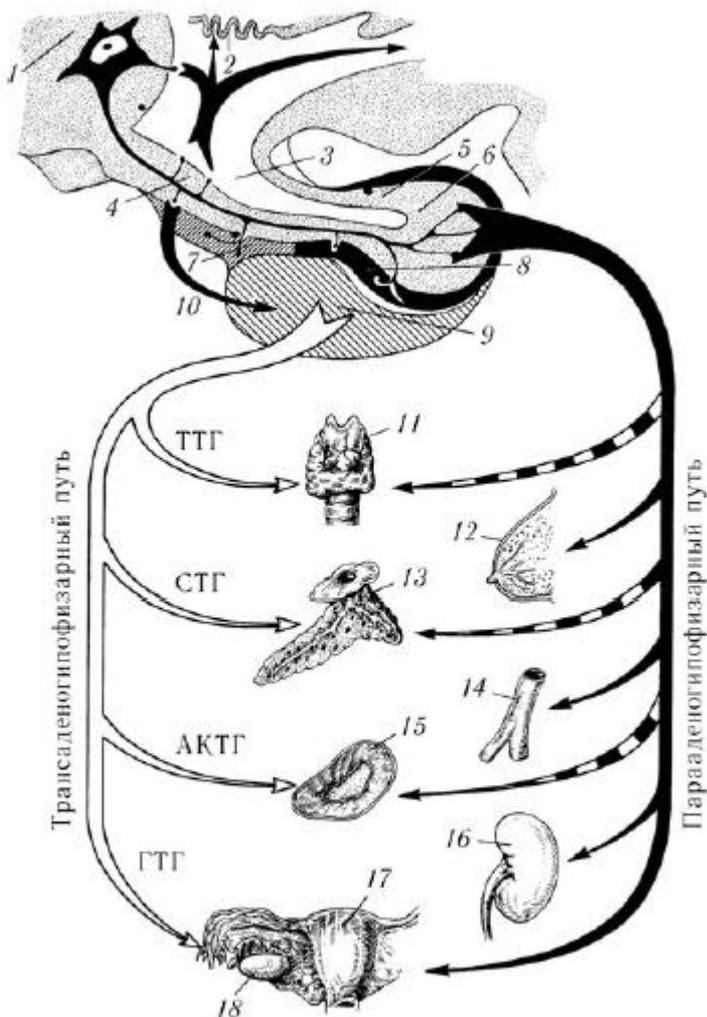
К железам внутренней секреции относятся железы, не имеющие специализированных выводящих протоков и выделяющие свои секреты непосредственно в кровь. Секретом желез внутренней секреции являются физиологически активные вещества — гормоны. За счет гормонов осуществляется гуморальная регуляция физиологического состояния организма. Но среди эндокринных желез есть железы, которые выполняют двойную функцию — являются железами внутренней секреции и внешней секреции, так как имеют специализированные выводные протоки. К смешанным железам относятся поджелудочная железа (синтезирует пищевые ферменты, которые в составе панкреатического сока поступают в двенадцатиперстную кишку) и половые железы.

Состав эндокринной системы

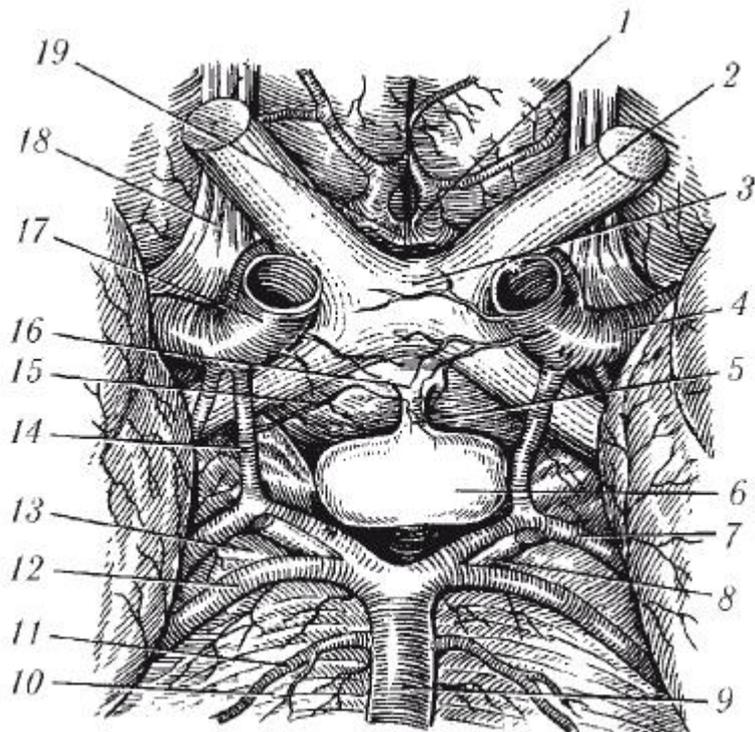
**Гипоталамус** располагается под полостью промежуточного мозга. В состав гипоталамуса входят три группы ядер: передняя, средняя и задняя. Наличие обширных нервных и сосудистых связей с **гипофизом** является базой существования *гипоталамо-гипофизарной системы*. В ядрах гипоталамуса располагаются *подкорковые центры*, контролирующие деятельность вегетативной нервной системы. Гипоталамус является *высшим центром регуляции эндокринных функций* (рис. 1). Он объединяет нервные и эндокринные регуляторные механизмы в единую *нейроэндокринную систему*, оказывая непосредственное влияние на эндокринные железы по нервным путям либо через гипофиз (рис. 2).

**Гормоны гипофиза**

<b>Передняя доля</b>	Фоллитропин (фолликулостимулирующий)	Вызывает созревание фолликулов в яичниках у самок и сперматогенез у самцов
	Лютропин (лютеинизирующий)	У самок стимулирует секрецию эстрогенов и прогестерона, образование желтого тела, а у самцов — секрецию тестостерона
	Пролактин	Стимулирует развитие молочных желез и лактации, стимулирует рост внутренних органов, секрецию желтого тела
	Тиреотропин	Контролирует развитие и функцию щитовидной железы и регулирует биосинтез и секрецию в кровь тиреоидных гормонов
	Гормон роста (соматотропин)	Обладает широким спектром биологического действия: усиливает биосинтез белка, ДНК, РНК, гликогена, способствует мобилизации жиров из депо и распаду высших жирных кислот и глюкозы в тканях. Регулирует процессы роста: при гипофункции — карликовость, при гиперфункции — гигантизм
	Адренокортикотропный	Усиливает синтез стероидных гормонов надпочечников
<b>Задняя доля</b>	Вазопрессин	Стимулирует сокращение гладкой мускулатуры сосудов: регулирует водный обмен, оказывая мощное антидиуретическое действие, — стимулирует обратный ток воды через мембраны почечных канальцев. Контролирует осмотическое давление плазмы крови
	Окситоцин	Основной биологический эффект у млекопитающих связан со стимуляцией сокращения гладкой мускулатуры матки при родах и сокращения мышечных волокон, расположенных вокруг альвеол молочных желез, вызывающего секрецию молока



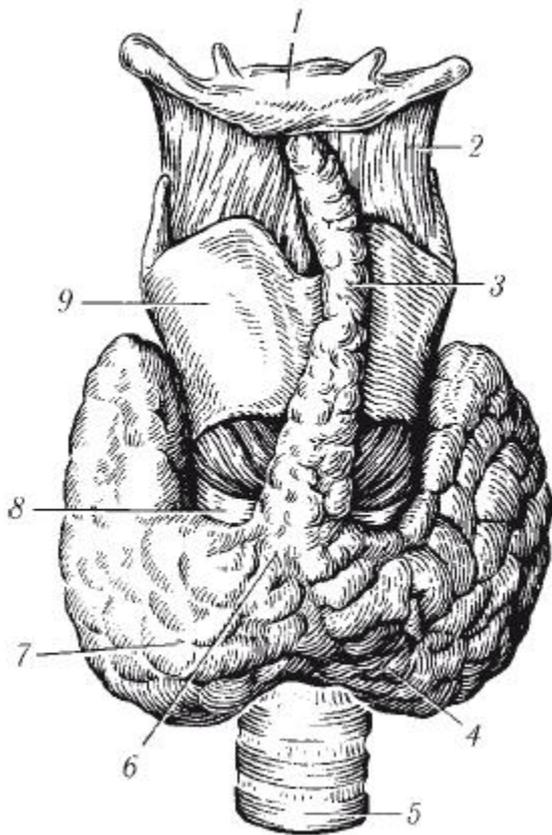
**Рис. 1.** Действительные (черные стрелки) и предполагаемые (прерывистые стрелки) пути распространения и направления воздействия нейрогормонов, вырабатываемых нейросекреторными клетками гипоталамуса, а также тропных гормонов (белые стрелки): 1 — нейросекреторная клетка гипоталамуса; 2 — III желудочек; 3 — бухта воронки; 4 — срединное возвышение; 5 — инфундибулярная часть нейрогипофиза; 6 — главная задняя часть нейрогипофиза; 7 — тубулярная часть передней доли гипофиза; 8 — промежуточная доля гипофиза; 9 — передняя доля гипофиза; 10 — воротные сосуды гипофиза; 11 — щитовидная железа; 12 — молочная железа; 13 — поджелудочная железа; 14 — кровеносные сосуды; 15 — надпочечник; 16 — почка; 17 — матка; 18 — яичник; ТТГ, СТГ, АКТГ и ГТГ — соответственно тиро-, сомато-, адренокортико- и гонадотропные гормоны



**Рис. 2.** *Гипофиз (вид снизу): 1 — передняя мозговая артерия; 2 — зрительный нерв; 3 — зрительный перекрест; 4 — средняя мозговая артерия; 5 — воронка; 6 — гипофиз; 7 — задняя мозговая артерия; 8 — глазодвигательный нерв; 9 — базилярная артерия; 10 — мост; 11 — артерия лабиринта; 12 — верхняя мозжечковая артерия; 13 — ножка мозга; 14 — задняя соединительная артерия; 15 — гипофизарная артерия; 16 — серый бугор; 17 — внутренняя сонная артерия; 18 — обонятельный тракт; 19 — передняя соединительная артерия*

Вазопрессин и окситоцин к гормонам задней доли гипофиза относят условно, так как синтезируются они в гипоталамусе, затем поступают в заднюю долю гипофиза по аксонам и только здесь поступают в кровь. Заболевания задней доли гипофиза отражаются только на действии вазопрессина.

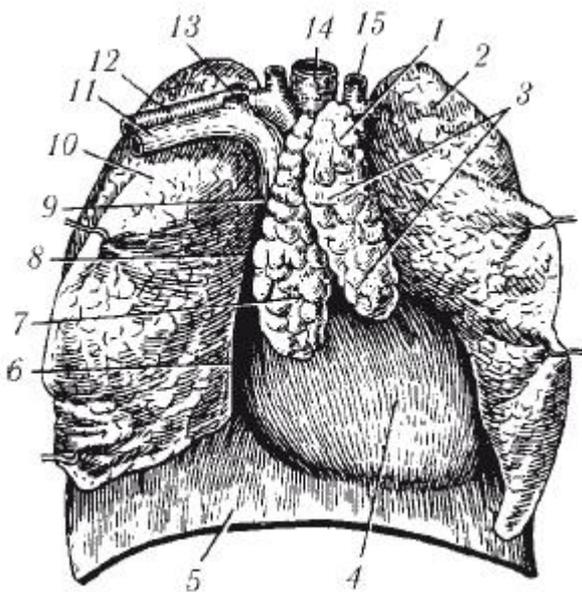
**Щитовидная железа** (рис. 3). Основной гормон *тироксин*. Основные функции: стимуляция окислительных процессов, регуляция водного, белкового, жирового, углеводного и минерального обменов, роста и развития организма, оказывает действие на функции центральной нервной системы и высшую нервную деятельность. При *недостаточной функции* в детском возрасте, возникает *кретинизм* (задержка роста, психического и полового развития). При *гипофункции* у взрослого развивается *микседема*. При *гиперфункции* возникает *базедова болезнь* (увеличение железы, повышение возбудимости нервной системы, пучеглазие). При недостатке йода люди болеют *зобом*. Для нормальной работы требуется *йод*.



**Рис. 3.** Щитовидная железа (вид спереди): 1 — подъязычная кость; 2 — щитоподъязычная мембрана; 3 — пирамидальный отросток щитовидной железы; 4, 7 — левая и правая доли; 5 — трахея; 6 — перешеек; 8 — перстневидный хрящ; 9 — щитовидный хрящ

**Тимус** (рис. 4). Основной гормон *тимозин*, участвующий в регуляции нервно-мышечной передачи, углеводного обмена, обмена кальция.

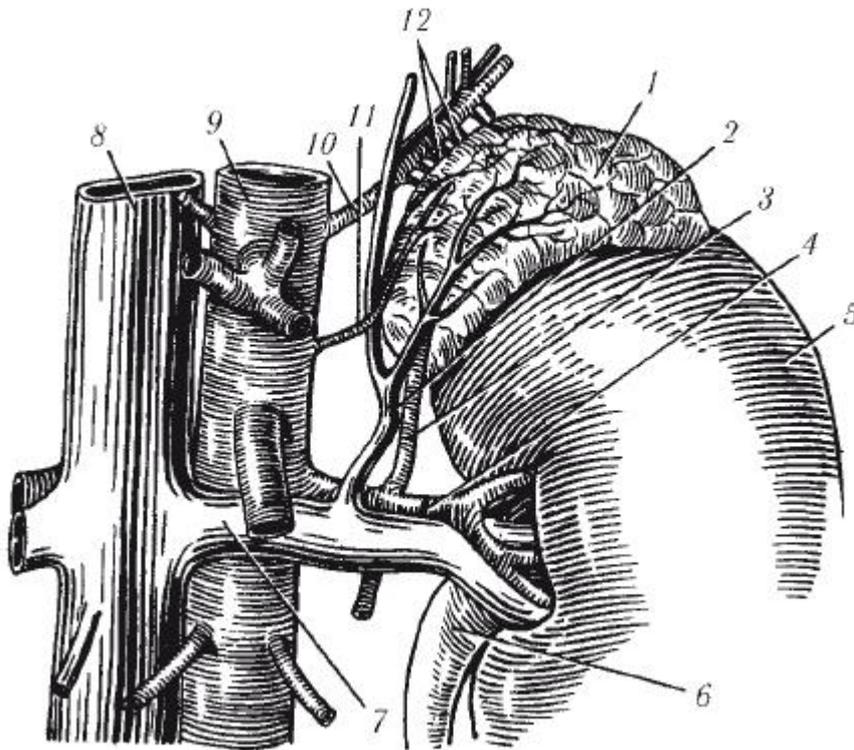
**Эпифиз** вырабатывает гормон *мелатонин*, который тормозит действие гонадотропных гормонов. Секреция изменяется в зависимости от освещенности: свет подавляет синтез мелатонина. После удаления наступает преждевременное половое созревание.



**Рис. 4.** Вилочковая железа, или тимус: 1 — долька вилочковой железы; 2 — левое легкое; 3 — вилочковая железа (левая доля); 4 — перикард; 5 — диафрагма; 6, 8

— линия отреза средостенной плевры; 7 — вилочковая железа (правая доля); 9 — верхняя полая вена; 10 — правое легкое; 11 — подключичная вена; 12 — подключичная артерия; 13 — внутренняя яремная вена; 14 — трахея; 15 — левая общая сонная артерия

**Надпочечники** (рис. 5) расположены вблизи верхнего полюса каждой почки. Состоят из коркового слоя и мозгового вещества.



**Рис. 5.** Левый надпочечник (вид спереди): 1 — надпочечник; 2 — левая надпочечниковая вена; 3 — нижняя надпочечниковая артерия; 4 — почечная артерия; 5 — почка; 6 — мочеточник; 7 — почечная вена; 8 — нижняя полая вена; 9 — аорта; 10 — нижняя диафрагмальная артерия; 11 — средняя надпочечниковая артерия; 12 — верхние надпочечниковые артерии

### Гормоны надпочечников

<b>Корковый слой</b>	Стероидные: кортизон, кортикостерон	Влияют на обмен углеводов, белков, жиров, стимулируют синтез гликогена из глюкозы, обладают способностью угнетать развитие воспалительных процессов, подавляют синтез антител
	Половые гормоны	Обуславливают развитие вторичных половых признаков. При гиперфункции увеличивается синтез гормонов, особенно половых, при этом меняются вторичные половые признаки, например у женщин появляются борода, усы
<b>Мозговой слой</b>	Адреналин	Повышает систолический объем, ускоряет частоту сердечных сокращений, расширяет коронарные сосуды и сужает кожные, увеличивает кровоток в печени, скелетных мышцах и мозге, повышает уровень сахара в крови, усиливает распад жиров. Его действие

		аналогично действию симпатической нервной системы. Воздействует на гипоталамус, вызывая образование адренокортикотропного гормона
	Норадреналин	выполняет функции медиатора при передаче возбуждения в синапсах. замедляет частоту сердечных сокращений, снижает минутный объем

**Поджелудочная железа.** Вырабатывает два основных гормона: *глюкагон* и *инсулин*. Глюкагон способствует превращению гликогена печени в глюкозу, в результате чего повышается уровень сахара в крови. Инсулин повышает проницаемость клеточных мембран для глюкозы, что благоприятствует ее расщеплению в тканях, отложению гликогена и уменьшению сахара в крови. При *гипофункции* развивается заболевание — *сахарный диабет*. Поджелудочная железа является железой смешанной секреции. Помимо гормонов данная железа вырабатывает панкреатический сок, который участвует в пищеварении. А так как панкреатический сок поступает в кишечник (двенадцатиперстную кишку) по специальным выводным протокам, то поджелудочная железа относится и к железам внешней секреции.

**Половые железы** тоже являются *железами смешанной секреции*.

### Половые гормоны

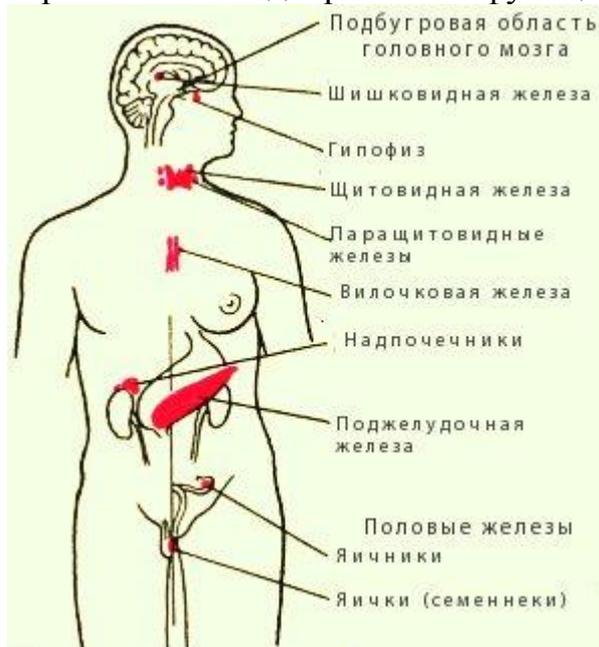
<b>Семенники</b>	Тестостерон, андростерон	Стимулируют развитие полового аппарата и вторичных половых признаков. Увеличивают образование белка в мышцах. Повышают основной обмен. Необходимы для созревания сперматозоидов
<b>Яичники</b>	Эстрадиол, прогестерон	Эстрадиол синтезируется в фолликулах. Влияет на рост половых органов, формирование вторичных половых признаков. Прогестерон вырабатывается клетками желтого тела. Гормон беременности. Способствует имплантации яйцеклетки в матку, задерживает созревание и овуляцию фолликулов, стимулирует рост молочных желез

**Железы внутренней секреции** (эндокринные, инкреторные) - общее название желез, продуцирующих активные вещества (гормоны) и выделяющие их непосредственно во внутреннюю среду организма. Свое название железы внутренней секреции получили из-за неимения выводных протоков, поэтому образуемые ими гормоны выделяются непосредственно в кровь. К железам внутренней секреции относятся гипофиз, щитовидная железа, паращитовидные железы, надпочечники.

**Железы внешней секреции** (экзокринные, экскреторные) - общее название желез, выделяющих физиологически активные вещества на поверхность кожи или в полости организма, или концентрирующих и выводящих из организма конечные продукты диссимиляции.

Железы внешней секреции выделяют образующиеся в них вещества через выводные протоки. К ним относятся слюнные, желудочные, потовые, сальные железы.

Кроме этого существуют железы, одновременно осуществляющие выделение веществ во внутреннюю среду организма (кровь) и в полости организма (кишечник) или наружу, т.е. осуществляющие эндокринную и экзокринную функции. К таким железам, одновременно осуществляющим как внешнесекреторную, так и внутрисекреторную функции, относится поджелудочная железа (гормоны и поджелудочный сок, участвующий в пищеварении), половые железы (гормоны и репродуктивный материал - сперматозоид и яйцеклетка). Однако по установившейся традиции эти смешанные железы также относят к железам внутренней секреции, в совокупности объединенным в эндокринную систему организма. К железам смешанной секреции также относят вилочковую железу и плаценту, сочетающих выработку гормонов с неэндокринными функциями.



При помощи гормонов, вырабатываемых железами внутренней секреции, в организме осуществляется гуморальная (через жидкие среды организма - кровь, лимфу) регуляция физиологических функций, а так как все железы внутренней секреции иннервируются нервами и их деятельность находится под контролем центральной нервной системы, то гуморальная регуляция подчинена нервной регуляции, вместе с которой она составляет единую систему нейрогуморальной регуляции.

Гормоны - это высокоактивные вещества. Ничтожные их количества оказывают мощное воздействие на деятельность определенных органов и их систем. Особенность гормонов - специфическое влияние на строго определенный тип обменных процессов или на определенную группу клеток.

В ряде случаев одна и та же клетка может подвергаться действию многих гормонов, поэтому конечный биологический результат будет зависеть не от одного, а от многих гормональных влияний. С другой стороны гормоны могут влиять на какой-либо физиологический процесс прямо противоположно друг другу. Так, если инсулин снижает уровень сахара в крови, то адреналин повышает этот уровень. Биологические эффекты некоторых гормонов, в частности кортикостероидных, заключаются в том, что они создают условия для проявления действия другого гормона.

По химическому строению гормоны делятся на три большие группы:

1. белки и пептиды - инсулин, гормоны передней доли гипофиза
2. производные аминокислот - гормон щитовидной железы - тироксин и гормон мозгового вещества надпочечников - адреналин
3. жироподобные вещества - стероиды - гормоны половых желез и коры надпочечников

Гормоны могут изменять интенсивность обмена веществ, влияют на рост и дифференцировку тканей, определяют наступление полового созревания. Влияние гормонов на клетки осуществляется разными путями. Некоторые из них действуют на клетки, связываясь с белками-рецепторами на их поверхности, другие проникают в клетку и активируют определенные гены. Синтез информационной РНК и следующий за этим синтез ферментов изменяют интенсивность или направленность обменных процессов.

Таким образом, эндокринная регуляция жизнедеятельности организма является комплексной и строго сбалансированной. Изменения физиологических и биохимических реакций под действием гормонов способствуют приспособлению организма к постоянно меняющимся условиям внешней среды.

Все железы внутренней секреции взаимосвязаны между собой: гормоны вырабатываемые одними железами, оказывают влияние на деятельность других желез, что обеспечивает единую систему координации между ними, которая осуществляется по принципу обратной связи *[показать]*.

Главенствующая роль в этой системе принадлежит гипоталамусу, рилизинг-гормоны которого стимулируют деятельность главной железы внутренней секреции - гипофиза. Гормоны гипофиза в свою очередь регулируют деятельность других желез внутренней секреции.

***Центральные регуляторные образования эндокринной системы***

**Гипоталамус** - область промежуточного мозга, по своей анатомической сути не является железой внутренней секреции. Он представлен нервными клетками (нейронами) - гипоталамическими ядрами, которые синтезируют и секретируют гормоны непосредственно в кровеносное русло гипоталамо-гипофизарно-портальной системы.



Информация в нервной системе от нейрона к нейрону передается при помощи:

- биоэлектрического механизма (по отросткам нервных клеток)
- химического механизма (секреция нейроном медиатора в синапс)
- нейросекреторного механизма (секреция нейроном активных веществ в кровеносное русло)

Установлено, что гипоталамус является ведущим образованием в регуляции функции гипофиза при помощи гипофизотропных гормонов, получивших название релизинг-гормоны. Релизинг-гормоны синтезируются и секретируются нейронами гипоталамуса. Кроме этого установлено, что гормоны вазопрессин и окситоцин, ранее считавшиеся продуктами гипофиза, на самом деле синтезируются в нейронах гипоталамуса и секретируются ими в нейрогипофиз (задняя доля гипофиза), из которого они в дальнейшем секретируются в кровь в необходимые периоды жизни организма.

Выделяют:

1. гипофизотропные гормоны:

- тиреотропин-релизинг-гормон - стимулирует выделение гипофизом тиреотропного гормона (ТТГ),
- гонадотропин-релизинг-гормон - стимулирует продукцию обеих гонадотропинов: лютеинизирующего гормона (ЛГ) и фолликулостимулирующего гормона (ФСГ),
- кортикотропин-релизинг-гормон - стимулирует выделение адренокортикотропного гормона (АКТГ),
- соматотропин-релизинг-гормон - стимулирует выделение соматотропного гормона (СТГ)
- соматостатин - блокирует выделение СТГ

2. нейрогипофизарные гормоны (синтезируемые гипоталамусом)

- вазопрессин
- окситоцин

Существует представление о двойном механизме гипоталамической регуляции тропных функций гипофиза - стимулирующем и блокирующем. Однако до настоящего времени не удалось показать наличие нейрогормона, ингибирующего, например, секрецию гонадотропинов. Однако есть данные, свидетельствующие о ингибирующем действии мелатонина (гормона эпифиза), дофамина и серотонина на синтез в гипофизе гонадотропных гормонов ФСГ и ЛГ.

Яркой иллюстрацией двойного механизма гипоталамической регуляции тропных функций служит контроль секреции пролактина. Выделить и установить химическую структуру пролактин релизинг-гормона не удалось. Основная роль в регуляции выделения пролактина принадлежит дофаминергическим структурам тубероинфундибулярной области гипоталамуса (туберогипофизарная

дофаминовая система). Известно, что секрецию пролактина стимулирует тиролиберин, основная функция которого заключается в активации продукции тиреотропного гормона (ТТГ). Ингибитором секреции пролактина служит дофамин - катехоламин, предшественник синтеза адреналина и норадреналина.

Дофамин тормозит выделение пролактина из лактотрофов гипофиза. Антагонисты дофамина - резерпин, аминазин, метилдофа и другие вещества этой группы, истощают запасы дофамина в церебральных структурах, вызывают усиление выделения пролактина. Способность дофамина подавлять секрецию пролактина широко используется в клинике. Агонист дофамина бромкриптин (парлодел, карбеголин, достинекс) успешно применяется для лечения функциональной гиперпролактинемии и пролактинсекретирующей аденомы гипофиза.

Следует заметить, что дофамин не только регулирует секрецию пролактина, но и является одним из нейромедиаторов центральной нервной системы.

### **Эпифиз (шишковидное тело)**

Шишковидное тело, или верхний мозговой придаток, у млекопитающих представляет собой паренхиматозный орган, исходящий из каудальной части крыши промежуточного мозга, не контактирующий с III желудочком, но соединенный с промежуточным мозгом ножкой, длина которой варьирует. У человека ножка тела эпифиза короткая, располагается непосредственно над крышей среднего мозга.

Шишковидное тело включает три основных клеточных компонента: пинеалоциты, глию и нервные окончания, которые расположены преимущественно в околосоудистом пространстве вблизи отростков пинеалоцитов.

Интенсивное изучение нервной регуляции функции шишковидного тела показало, что основными регуляторными стимулами являются свет и эндогенные механизмы генерации ритма. Световая информация передается в супрахиазматическое ядро по ретиногипоталамическому тракту. От супрахиазматического ядра идут аксоны к нейронам паравентрикулярного ядра, а от последнего - к верхней грудной интермедиолатеральной клеточной цепочке, которая иннервирует верхний шейный ганглий. Таков предположительный путь регуляции функций шишковидного тела. Считается, что ретиногипоталамический путь запускает механизм генерации ритма, который действует на остальной путь.

Мнения о роли шишковидного тела у человека противоречивы. Бесспорно лишь то, что оно не является рудиментарным органом, иногда дающим начало опухолям. Считается, что шишковидное тело проявляет метаболическую активность в течение большого периода жизни и секретирует мелатонин в соответствии с суточным ритмом; кроме того эпифиз выделяет и другие вещества, оказывающие антигонадотропное, антитиреоидное и антистероидное действие.

Мелатонин тормозит образование тиротропин-рилизинг-гормона, тиротропного гормона (ТТГ), гонадотропных гормонов (ЛГ, ФСГ), окситоцина, тиреоидных гормонов, тирокальцитонина, инсулина, а также синтез простагландинов; снижает сексуальную возбудимость и осветляет кожу путем воздействия на меланофоры.

### **Гипофиз**

Гипофиз, или нижний мозговой придаток, расположенный в средней части основания мозга, в углублении турецкого седла и соединяющийся ножкой с мозговым веществом (с гипоталамусом). Представляет собой железу массой 0,5 г. В нем выделяют два основных отдела: переднюю долю – аденогипофиз и заднюю – нейрогипофиз.

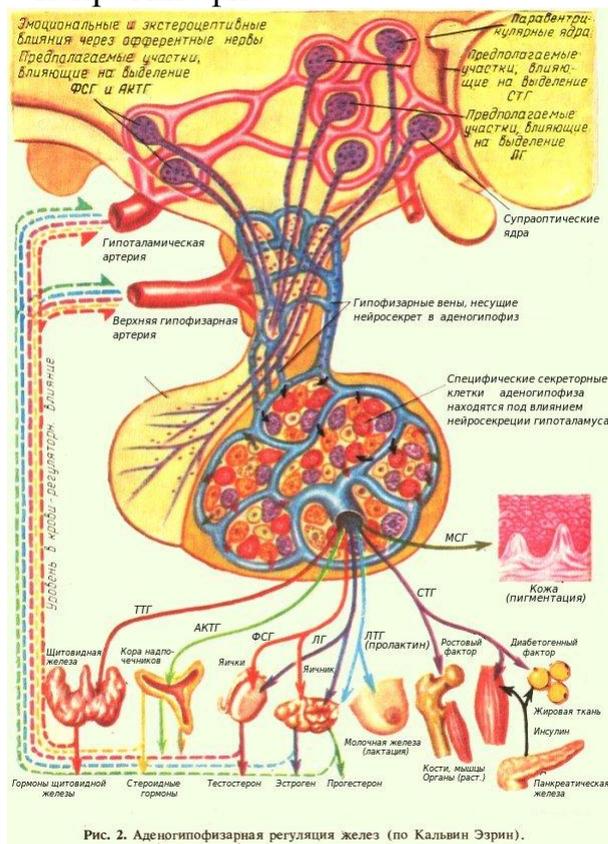


Рис. 2. Аденогипофизарная регуляция желез (по Кальвин Эзрин).

**Аденогипофиз** синтезирует и секретирует следующие гормоны:

- Гонадотропные гормоны - гонадотропины (гонады - половые железы, "тропос" - место)
  - фолликулостимулирующий гормон (ФСГ)
  - лютеинизирующий гормон (ЛГ)

Гонадотропины стимулируют деятельность мужских и женских половых желез и выработку ими гормонов.

- Адренокортикотропный гормон (АКТГ) - кортикотропин - регулирует деятельность коры надпочечников и выработку ею гормонов
- Тиреотропный гормон (ТТГ) - тиреотропин - регулирует функцию щитовидной железы и выработку ею гормонов
- Соматотропный гормон (СТГ) - соматотропин - стимулирует рост организма.

Избыточная продукция гормона роста у ребенка может привести к гигантизму: рост таких людей в 1,5 раза превышает рост нормального человека и может достичь 2,5 м. Если выработка гормона роста возрастает у взрослого человека, когда рост и формирование организма уже закончено, то развивается заболевание акрогемалия, при котором увеличиваются размеры рук, ног, лица. Одновременно растут и мягкие ткани: утолщаются губы и щеки, язык становится настолько большим, что не помещается во рту.

При его недостаточной выработке в раннем возрасте рост ребенка тормозится и развивается заболевание гипофизарная карликовость (рост взрослого человека не превышает 130 см). Гипофизарный карлик отличается от карлика-кретина (при заболевании щитовидной железы) правильными пропорциями тела и нормальным умственным развитием.

- Пролактин - регулятор фертильности и лактации у женщин

**Нейрогипофиз** накапливает синтезируемые в нервных ядрах гипоталамуса гормоны

- Вазопрессин - контролирует обратное всасывание воды в почечных канальцах на определенном уровне и является одним из факторов, определяющих постоянство водно-солевого обмена в организме. Вазопрессин уменьшает мочевыделение, а также суживает кровеносные сосуды, что обуславливает повышение кровяного давления. Понижение функции задней доли гипофиза вызывает несахарное мочеизнурение, при этом больной выделяет до 15 л мочи в сутки. Такая большая потеря воды требует ее восполнения, поэтому больные страдают от жажды и выпивают большое количество воды.
- Окситоцин - вызывает сокращение гладких мышц матки, кишечника, желчного и мочевого пузыря.

### **Периферические эндокринные железы**

#### **Щитовидная железа**

Щитовидная железа располагается на передней стороне шеи, поверх щитовидного хряща. Ее масса составляет 16-23 г. Щитовидная железа продуцирует гормоны, в состав которых входит йод:

- Тироксин ( $T_4$ ) - основной гормон щитовидной железы - участвует в регуляции энергетического обмена, синтеза белка, роста и развития. Увеличение выделения этого гормона наблюдается при базедовой болезни, когда повышается температура тела, человек худеет, несмотря на то что потребляет большое количество пищи. У него повышается артериальное давление, появляются тахикардия (учащение частоты сердечных сокращений), мышечная дрожь, слабость, усиливается нервная возбудимость. Щитовидная железа при этом может увеличиваться в объеме и выступать на шее в виде зоба.

При недостаточной деятельности щитовидной железы возникает микседема (слизистый отек) - заболевание, которое характеризуется понижением обмена веществ, падением температуры тела, замедлением пульса, вялостью движений. Масса тела увеличивается, кожа становится сухой, отечной. Причиной этого заболевания может быть или недостаточная активность самой железы, или недостаток в пище йода. В последнем случае йодная недостаточность компенсируется путем увеличения самой железы, вследствие чего развивается зоб.

Если недостаточность функции железы проявляется в детском возрасте, то развивается болезнь - кретинизм. Дети, страдающие этим заболеванием, слабоумны, у них задерживается физическое развитие.

Удаление щитовидной железы в молодом возрасте вызывает задержку роста млекопитающих. Животные остаются карликами, у них замедляется дифференцировка почти всех органов.

- Трийодтиронин ( $T_3$ ) - щитовидной железой секретруется не более 20%. Остальная часть  $T_3$  образуется путем дейодирования  $T_4$  вне щитовидной железы. Этот процесс обеспечивает почти 80%  $T_3$  образующегося за сутки. Внетиреоидное образование  $T_3$  из  $T_4$  происходит в тканях печени и почек.
- Кальцитонин (не содержит йод) - вырабатывается парафолликулярными клетками щитовидной железы. Органами-мишенями для кальцитонина является костная ткань (остеокласты) и почки (клетки восходящего колена петли Генгле и дистальных канальцев). Под влиянием кальцитонина тормозится активность остеокластов в кости, что сопровождается уменьшением резорбции костей и снижением содержания кальция и фосфора в крови. Кроме того, кальцитонин увеличивает экскрецию почками кальция, фосфатов, хлоридов.

Для нормальной работы щитовидной железы необходимо регулярное поступление йода в организм. В местностях, где почва и вода содержат мало йода, у людей и животных нередко наблюдается увеличение щитовидной железы - эндемический зоб. Этот зоб является компенсаторным приспособлением организма к недостатку йода. Благодаря увеличению объема железистой ткани щитовидная железа способна вырабатывать достаточное количество гормона, несмотря на пониженное поступление йода в организм. При этом она может увеличиваться до больших размеров и достигать массы 1 кг и более. Нередко обладатель такого зоба чувствует себя совершенно здоровым, так как эндемический зоб не сопровождается изменением функции щитовидной железы. В целях профилактики эндемического зоба в местностях, где мало йода в окружающей среде, к поваренной соли добавляется йодистый калий.

### **Паращитовидные железы**

Паращитовидные (околощитовидные) железы (ОЩЖ) представляют собой округлой или овальной формы тельца, расположенные на задней поверхности долей щитовидной железы. Их количество непостоянно и может изменяться от 2 до 7-8. Нормальные паратироидные железы имеют размер 1 x 3 x 5 мм и весят от 35 до 40 мг. После 20-летнего возраста масса ОЩЖ не изменяется, у женщин она несколько больше, чем у мужчин.

ОЩЖ вырабатывают паратгормон, который регулирует обмен кальция и фосфора в организме. Этот гормон обуславливает всасывание кальция в кишечнике, высвобождение его из костей и обратное всасывание из первичной мочи в почечных канальцах.

Падение содержания кальция в крови приводит к усилению секреции паращитовидных желез, что способствует выделению в кровь кальция из костей. Заболевание сопровождается мышечной слабостью, кальций в виде камней откладывается в почках, мочевыводящих путях и других органах.

Удаление или поражение паращитовидных желез ведет к спазмам мышц, судорогам, повышается возбудимость нервной системы. Такое состояние носит название тетании. Объясняется оно снижением концентрации кальция в крови. Возможна гибель от удушья вследствие судорог дыхательных мышц.

## **Вилочковая железа**

Вилочковая железа, или тимус относится к числу смешанных желез. Ее внутрисекреторная функция заключается в выработке гормона - тимозина, модулирующего иммунные и ростовые процессы. Внешнесекреторная функция обеспечивает образование лимфоцитов, осуществляющих реакции клеточного иммунитета и регулирующих функции других лимфоцитов, вырабатывающих антитела.

Вилочковая железа располагается за грудиной, в верхнем отделе средостения.

## **Поджелудочная железа**

Поджелудочная железа также относится к числу смешанных желез. Она расположена в брюшной полости, лежит на уровне тел 1-2 поясничных позвонков позади желудка, от которого отделяется сальниковой сумкой. Поджелудочная железа взрослого человека в среднем весит 80-100 г. Ее длина составляет 14-18 см, ширина - 3-9 см, толщина - 2-3 см. Железа имеет тонкую соединительнотканную капсулу и снаружи покрыта брюшиной. В железе выделяют головку, тело и хвост.

Внешнесекреторная функция поджелудочной железы заключается в секреции поджелудочного сока, который по выводным протокам попадает в двенадцатиперстную кишку и принимает участие в процессах расщепления питательных веществ.

Внутрисекреторную функцию выполняют особые клетки, расположенные островками (скоплениями), не связанными с выводными протоками. Эти клетки получили название панкреатических островков (островки Лангерганса). Величина островков составляет 0,1-0,3 мм, а общий вес - не превышает 1/100 массы железы. Больше всего островков расположено в хвосте поджелудочной железы. Островки пронизаны кровеносными капиллярами, эндотелий которых имеет фенестры, облегчающие поступление гормонов из островковых клеток в кровь через перикапиллярное пространство. В островковом эпителии выделяют 5 типов клеток:

- А-клетки (альфа-клетки, ацидофильные инсулоциты) - вырабатывают глюкагон при помощи которого происходит процесс превращения гликогена в глюкозу. Секреция этого гормона приводит к повышению уровня глюкозы в крови.
- В-клетки (бета-клетки) - секретируют инсулин, регулирующий уровень глюкозы в крови. Инсулин превращает избыток глюкозы в крови в животный крахмал гликоген и понижает уровень сахара в крови. Под влиянием инсулина усиливается поглощение глюкозы периферическими тканями, а гликоген депонируется в печени и мышцах.

Удаление или поражение железы вызывает сахарный диабет. Недостаток или отсутствие инсулина приводит к резкому повышению сахара в крови и прекращению его превращения в гликоген. Избыток сахара в крови обуславливает его выделение с мочой. Расстройство углеводного обмена приводит к нарушению обмена белков и жиров, в крови накапливаются продукты неполного окисления жиров. При осложнениях заболевание может вызвать гипергликемическую (диабетическую) кому, при которой

возникает расстройство дыхания, ослабление сердечной деятельности, потеря сознания. Первая помощь состоит в срочном введении инсулина.

Повышение секреции инсулина ведет к увеличению потребления глюкозы клетками тканей и отложению в печени и мышцах гликогена, снижению концентрации глюкозы в крови с развитием гипогликемической комы.

- Д-клетки (дельта-клетки) - вырабатывают соматостатин
- Д1-клетки (Д1-агривофильные клетки) встречаются в островках в небольшом количестве, имеют в цитоплазме плотные гранулы, содержащие вазоактивный интестинальный полипептид
- РР-клетки - вырабатывают панкреатический полипептид

В клинической практике наибольшее значение гормоны, продуцируемые альфа и бета-клетками поджелудочной железы.

### **Надпочечники**

Надпочечники представляют собой парный эндокринный орган, располагающийся в забрюшинном пространстве над верхними полюсами почек на уровне Th<sub>XI</sub> - L<sub>I</sub> позвонков. Масса надпочечников взрослого человека в среднем составляет 5-8 г и, как правило, не зависит от пола и массы тела. Развитие и функцию коры надпочечников регулирует адренокортикотропный гормон гипофиза.

Надпочечники состоят из двух слоев, представленных соответственно корковым и мозговым веществом. В коре надпочечников выделяют клубочковую, пучковую и сетчатую зоны.

Надпочечники вырабатывают несколько гормонов:

- Гормоны мозгового слоя надпочечников - катехоламины: адреналин, норадреналин, дофамин, а также другие пептиды, в частности адреномедуллин.

Большое количество адреналина выделяется при сильных эмоциях - гневе, испуге, боли, напряженной мышечной или умственной работе. Увеличение количества поступающего в кровь адреналина вызывает учащенное сердцебиение, сужение кровеносных сосудов (однако сосуды мозга, сердца и почек расширяются) и повышение кровяного давления. Адреналин усиливает обмен веществ, особенно углеводов, ускоряет превращение гликогена печени и мышц в глюкозу. Под влиянием адреналина расслабляется мускулатура бронхов, угнетается перистальтика кишечника, повышается возбудимость рецепторов сетчатки, слухового и вестибулярного аппарата. Усиление образования адреналина может вызвать экстренную перестройку функций организма при действии чрезвычайных раздражителей.

Кроме того, катехоламины регулируют распад жиров (липолиз) и белков (протеолиз), когда источник энергии, мобилизованный из запасов углеводов, истощается. Под влиянием катехоламинов стимулируются процессы глуконеогенеза в печени, где для образования глюкозы используют лактат, глицерин и аланин.

Наряду с непосредственным влиянием на обмен веществ катехоламины оказывают опосредованное действие через секрецию других гормонов (СТГ, инсулин, глюкагон, ренин-ангиотензиновая система и др.).

Адреномедуллин - принимает участие в регуляции гормонального, электролитного и водного баланса в организме, снижает артериальное давление, увеличивает частоту сердечных сокращений, расслабляет гладкую мускулатуру. Его содержание в плазме крови изменяется при различных патологических состояниях.

- Гормоны коркового слоя надпочечников
  - гормоны клубочковой зоны - минералокортикоиды: альдостерон - регулирует солевой обмен ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) в организме. Избыток обуславливает повышение артериального давления (артериальную гипертензию) и снижение калия (гипокалиемию), недостаток - гиперкалиемию, которые могут оказаться несовместимыми с жизнью.
  - гормоны пучковой зоны - глюкокортикоиды: кортикостерон, кортизол - регулируют углеводный и белковый обмен; угнетают выработку антител, обладают противовоспалительным действием, в связи с чем их синтетические производные широко применяются в медицине. Глюкокортикоиды поддерживают определенную концентрацию глюкозы в крови, увеличивают образование и отложение гликогена в печени и мышцах. Избыток или недостаток глюкокортикоидов сопровождается угрожающими жизни сдвигами.
  - гормоны сетчатой зоны - половые гормоны: дегидроэпиандростерон (ДГЭА), дегидроэпиандростерон-сульфат (ДГЭА-с), андростендион, тестостерон, эстрадиол

При недостаточности функции коры надпочечников и снижении выработки гормонов развивается бронзовая, или аддисонова, болезнь. Ее характерные признаки - бронзовый оттенок кожи, мышечная слабость, повышенная утомляемость, восприимчивость к инфекции.

### **Половые железы**

Половые железы - яичники у женщин и яички у мужчин - относятся к смешанным. Их внешнесекреторная функция заключается в образовании и выделении яйцеклеток и сперматозоидов, а внутрисекреторная - в продукции половых гормонов, поступающих в кровь.

**Яичники** - женские половые железы, представляют собой парный орган, выполняющий в организме генеративную и эндокринную функции. Располагается в полости малого таза, имеют овоидную форму, длина составляет 2,5-5,5 см, ширина - 2-2,5 см, масса - 5-8 г.

В яичниках образуются и созревают женские половые клетки (яйцеклетки), а также вырабатываются половые гормоны: эстрогены, прогестерон, андрогены, релаксин - размягчение шейки матки и лонного сочленения в период подготовки к родам, ингибин - тормозит секрецию ФСГ и некоторые другие полипептидные гормоны.

**Яички** - мужские половые железы - парный железистый орган, также выполняющий в организме генеративную и эндокринную функции. Располагается в мошонке, в области промежности. В яичках образуются и созревают мужские половые клетки (сперматозоиды), а также вырабатывается половой гормон - тестостерон и в незначительном количестве дигидроэпиандростерон и андростендион (большая часть их образуется в периферических тканях).

Половые гормоны - андрогены (у мужчин) и эстрогены (у женщин) стимулируют развитие органов размножения (половых желез и придаточных частей полового аппарата), созревание половых клеток и формирование вторичных половых признаков. Под вторичными половыми признаками подразумеваются те особенности в строении и функциях организма, которые отличают мужчин от женщин: строение скелета, развитие мускулатуры, распределение волосяного покрова, подкожного жира, строение гортани, тембр голоса, своеобразие психики и поведения.

Действие половых гормонов на различные функции организма особенно наглядно проявляется у животных при удалении половых желез (кастрации) или их пересадке.

Большой интерес представляют опыты по пересадке половых желез: у ранее кастрированного животного появляются половые признаки того пола, железы которого пересажены. Например, если кастрированной курице пересадить половые железы петуха, то у нее появляются гребень, петушиное оперение и драчливость. Напротив, если кастрированному петуху пересадить яичник, то гребень уменьшается, исчезает петуший задор. Такие "петухи" проявляют заботу о потомстве и высиживают цыплят.

Кастрация была распространена в России в некоторых религиозных сектах. В Италии до середины XIX в. практиковалась кастрация мальчиков, певших в церковном хоре, для сохранения у них высокого тембра голоса.

**Регуляция деятельности желез внутренней секреции.** Физиологические процессы в организме характеризуются ритмичностью, т. е. закономерной повторяемостью через определенные промежутки времени.

У млекопитающих и человека наблюдаются половые циклы, сезонные колебания физиологической активности щитовидной железы, надпочечников, половых желез, суточные изменения двигательной активности, температуры тела, частоты сердцебиения, обмена веществ и т. д.

**Токсическое действие на железы внутренней секреции.** Алкоголь и курение оказывают токсическое действие на железы внутренней секреции, в частности на половые железы, на генетический аппарат и развивающийся плод. У детей алкоголиков часто наблюдаются пороки развития, умственная отсталость, тяжелые заболевания.

Употребление спиртных напитков приводит к преждевременной старости, деградации личности, инвалидности и смерти. Великий русский писатель Л. Н. Толстой подчеркивал, что "вино губит телесное здоровье людей, губит умственные способности, губит благосостояние семьи и, что всего ужаснее, губит душу людей и их потомство".

### **Железы внутренней секреции человека.**

#### **Система желез внутренней секреции**

Совокупность желез внутренней секреции, а также отдельных клеток, способных вырабатывать гормоны, составляют **систему желез внутренней секреции**.

**Основной функцией системы желез внутренней секреции является регуляция всех процессов, происходящих в организме.**

Функцию регуляции процессов жизнедеятельности система желез внутренней секреции выполняет совместно с нервной системой.

Без нервной или эндокринной регуляции нормальное протекание физиологических процессов в организме невозможно. Большинство желез внутренней секреции являются жизненно необходимыми органами, удаление которых вызывает смерть человека или животного в течение всего нескольких часов.

Таким образом, в живом организме существует два основных вида регуляции функций: нервная регуляция и регуляция со стороны желез внутренней секреции, которая еще называется **эндокринной регуляцией** или **гуморальной регуляцией** (от латинского слова «гумор» - жидкость). Эндокринная регуляция называется гуморальной потому, что железы внутренней секреции выделяют свои гормоны в кровь, которая является жидкой тканью. Кровь разносит гормоны ко всем клеткам и органам, изменяя, таким образом, их работу.



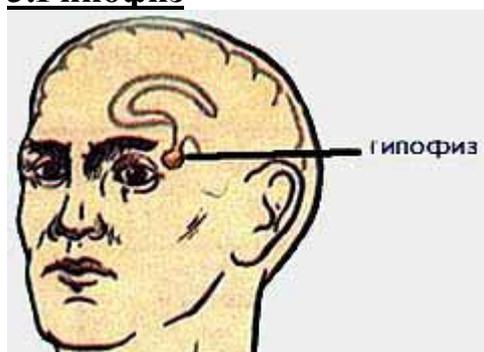
Еще одним видом регуляции в организме является **ауторегуляция** или **саморегуляция**, которая проявляется, в основном, на клеточном уровне.

### Железы внутренней секреции человека.

Название железы	Другое название железы	Комментарий
Гипофиз	Нижний мозговой придаток	Главная железа внутренней секреции, которая в числе прочих гормонов выделяет гормоны, регулирующие деятельность других желез.
Эпифиз	Шишковидное тело или Верхний мозговой придаток	
Надпочечники		<b>Мозговое вещество</b> надпочечников и <b>корковое вещество</b> надпочечников, являющиеся по сути двумя разными железами.
Щитовидная железа	Тиреоидная железа	
Паращитовидные	Паратиреоидные	У человека, обычно, четыре.

<b>железы</b>	<b>железы</b> или <b>Околощитовидные</b> <b>железы</b>	
<b>Эндокринная (внутрисекреторная) часть поджелудочной железы</b>	<b>Островки Лангерганса поджелудочной железы</b>	Клетки внутрисекреторной (эндокринной) части поджелудочной железы составляют примерно 1 % от общего числа клеток железы. Остальные 99 % клеток выполняют роль железы внешней секреции, выделяя пищеварительный сок поджелудочной железы.
<b>Вилочковая железа</b>	<b>Тимус</b> или <b>Зобная железа</b>	Помимо выработки гормона, функционирует как орган иммунитета.
<b>Внутрисекреторная (эндокринная) часть половых желез</b>	<b>Половые железы</b> или <b>Гонады</b>	У мужчин - <b>семенники (тестисы)</b> , у женщин - <b>яичники</b> , а также образующиеся в них <b>фолликулы и желтое тело</b> . Часть половых желез функционирует как железы внешней секреции, продуцируя половые клетки, другая часть - как железы внутренней секреции, продуцируя половые гормоны.
<b>Плацента</b>		Функционирует у женщин во время беременности
<b>Эндокринно-активные (способные к выработке гормонов) клетки почек, пищеварительного тракта, промежуточного мозга (один из отделов головного мозга).</b>		

### 3. Гипофиз



**Гипофиз** является главной железой внутренней секреции, от деятельности которой зависит деятельность других желез.

Гипофиз расположен в черепной коробке под головным мозгом, поэтому еще называется **нижним мозговым придатком**. И по расположению, и по строению, и по происхождению гипофиз тесно связан с нервной системой, которая оказывает на него влияния, усиливая или тормозя выработку его гормонов.

Не смотря на малые размеры и массу всего около полуграмма, гипофиз по сути представляет собой две железы, объединенные в одном органе (передняя доля - одна железа, а задняя и промежуточная доля - вторая железа).

Удаление гипофиза несовместимо с жизнью организма.

Гипофиз состоит из трех долей - **передней**, состоящей из клеток железистой ткани, **задней**, состоящей из клеток нервной ткани, и **промежуточной**, тесно связанной с задней долей. Каждая из долей гипофиза вырабатывает собственные гормоны.

**Передняя доля гипофиза** вырабатывает ряд гормонов, большая часть которых регулирует деятельность других желез.

#### **Основные гормоны передней доли гипофиза**

<b>Гормон</b>	<b>Действие гормона</b>	<b>Изменение секреции гормона при мышечной деятельности средней тяжести</b>
<b>Гормон роста</b> или <b>соматотропный гормон</b>	У детей стимулирует рост организма. Увеличивает синтез белков, помогает клеткам усваивать питательные вещества, усиливает распад жиров в жировой ткани.	Увеличивается, обеспечивая распад жиров в жировой ткани и их использование как источник энергии для мышечного сокращения.
Гормон, регулирующий деятельность коры надпочечников или <b>адренокортикотропный гормон</b> или <b>адренокортикотропин</b>	Усиливает выделение гормонов коры надпочечников.	Увеличивается, так как деятельность надпочечников необходима для мышечной работы.
Гормон, регулирующий деятельность щитовидной железы или <b>тиреотропный гормон</b> или <b>тиреотропин</b>	Усиливает выделение гормонов щитовидной железы.	Вероятно, увеличивается.

Группа гормонов, регулирующих деятельность желез, или <b>гонадотропные гормоны</b> или <b>гонадотропины</b>	Стимулируют функции половых желез.	Снижается, так как специфическая деятельность половых желез не требуется для выполнения мышечной работы.
Гормон, регулирующий деятельность молочных желез или <b>лютеотропный гормон</b> или <b>пролактин</b> (часто причисляется к группе гонадотропных гормонов)	Стимулирует развитие желтого тела (женской железы внутренней секреции, образующейся на месте созревшего фолликула) у женщин и выделение тестостерона (мужского полового гормона) у мужчин. Обуславливает проявление материнского инстинкта. Во время беременности и кормления стимулирует выработку молока молочными железами.	Снижается, так как изменения, вызываемые гормоном, не требуются для выполнения мышечной работы.

### Задняя доля гипофиза

Задняя доля гипофиза по сути является чем-то промежуточным между железой и нервной тканью. Фактически, она состоит из нервных клеток, способных продуцировать гормоны, поэтому ее еще называют **нейрогипофизом**. Задняя доля гипофиза (нейрогипофиз) имеет тесную связь с головным мозгом, который может оказывать на нее стимулирующее или угнетающее влияние.

### Гормоны задней доли гипофиза

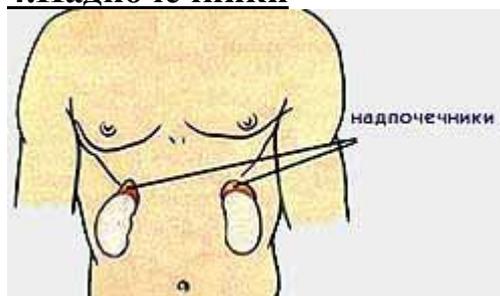
Гормон	Действие гормона	Изменение секреции гормона при мышечной деятельности средней тяжести
<b>Вазопрессин</b> или <b>антидиуретический гормон</b>	Сужает кровеносные сосуды, уменьшает выделение воды почками, вызывая тем самым повышение артериального давления.	Увеличивается, если работа сопровождается обильным потоотделением, предотвращая организм от обезвоживания.
<b>Окситоцин</b>	Усиливает сокращение мускулатуры матки во время родов и при выкидышах. Способствует отделению	Данных, полученных на человеке, автор не обнаружила.

### Промежуточная доля гипофиза

Промежуточная доля гипофиза выделяет гормон, называемый **меланотропным гормоном** или **меланотропином**, или **интермедином**, или **меланоцитстимулирующим гормоном**.

Этот гормон влияет на выработку клетками кожи коричневого пигмента - **меланина**, который обуславливает окраску кожи. Это действие интермедины во многом противоположно действию мелатонина эпифиза.

### 4. Надпочечники



Как явствует из названия, **надпочечники** расположены над почками и представляют собой железы массой около 3-5 грамм. У человека два надпочечника (над каждой почкой). Наружная часть надпочечников называется **корковым веществом**, а внутренняя - **мозговым веществом**. По сути - это две разные железы, объединенные в одном органе.

Удаление надпочечников несовместимо с жизнью организма.

#### Гормоны коркового вещества надпочечников

Гормон	Действие гормона	Изменение секреции гормона при мышечной деятельности средней тяжести
<b>Минералокортикоиды</b> (группа гормонов)	Регулируют обмен воды и минеральных веществ в организме - задерживает воду и натрий в организме, увеличивает выделение калия из организма.	Увеличив

### Щитовидная железа.



**Щитовидная железа** или **тиреоидная железа** - одна из наиболее крупных желез внутренней секреции, ее масса у взрослого человека - от 30 до 60 грамм.

Удаление щитовидной железы несовместимо с жизнью организма.

### Гормоны щитовидной железы

Гормон	Действие гормона	Изменение секреции гормона при мышечной деятельности средней тяжести
<b>Тироксин</b> или <b>тетраiodтиронин</b>	Усиливает процессы окисления жиров, углеводов и белков в клетках, ускоряя, таким образом, обмен веществ в организме. Повышает возбудимость центральной нервной системы.	Практически не меняется.
<b>Трийодтиронин</b>	Действие во многом аналогично тироксину.	Практически не меняется.
<b>Тирокальцитонин</b>	Регулирует обмен кальция в организме, снижая его содержание в крови, и увеличивая его содержание в костной ткани (оказывает действие, обратное паратгормону паращитовидных желез). Снижение уровня кальция в крови уменьшает возбудимость центральной нервной системы.	Повышается при значительном утомлении, наступающем при выполнении длительной мышечной деятельности.

### Паращитовидные железы.

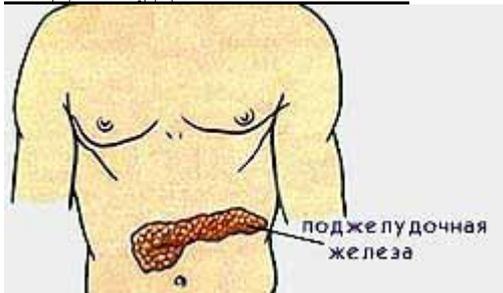


**Паращитовидные** или **околощитовидные**, или **паратиреоидные железы** расположены около щитовидной железы на задней ее поверхности. У человека, обычно, четыре паращитовидных железы (по две справа и слева). Паращитовидные железы, как и все железы внутренней секреции, имеют очень малые размеры, их диаметр всего несколько миллиметров (4-8 мм). Однако, их удаление несовместимо с жизнью организма.

#### Гормон паращитовидной железы

Гормон	Действие гормона	Изменение секреции гормона при мышечной деятельности средней тяжести
Паратгормон	Регулирует обмен кальция (и фосфора), оказывая действие, во многом противоположное тирокальцитонину щитовидной железы. Вызывает выход кальция из костной ткани, уменьшает выведение кальция почками (и увеличивает выведение фосфора), увеличивая тем самым, уровень кальция в крови. Повышение уровня кальция в крови увеличивает возбудимость центральной нервной системы и мышечных клеток.	Вероятно, повышается.

#### Поджелудочная железа.



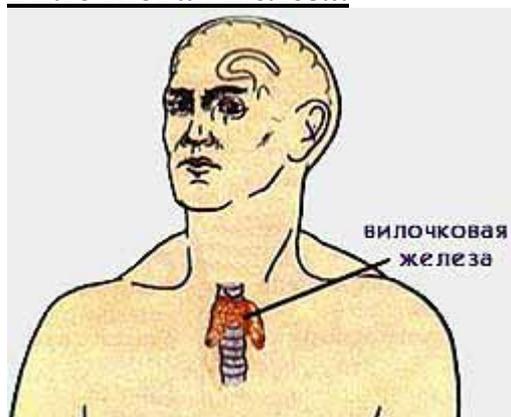
**Внутрисекреторная часть поджелудочной железы** или **эндокринноактивная часть поджелудочной железы** представлена отдельными скоплениями клеток, расположенными в теле железы. По имени ученого, описавшего эти клетки, внутрисекреторную часть поджелудочной железы называют еще **островками Лангерганса**. Островки Лангерганса составляют всего 1 % от всех клеток поджелудочной железы. Остальная часть поджелудочной железы вырабатывает пищеварительный сок и является железой внешней секреции (железой внешней секреции - так как сок поджелудочной железы выделяется не в кровь, а по специальному протоку - в полость кишечника). Удаление поджелудочной железы или полная блокировка выработки ею гормонов несовместимы с жизнью организма

#### Гормоны внутрисекреторной части поджелудочной железы

Гормон	Действие гормона	Изменение секреции гормона при
--------	------------------	--------------------------------

		<b>мышечной деятельности средней тяжести</b>
<b>Инсулин</b>	Облегчает проникание сахара из крови в клетки мышц и жировой ткани, облегчает проникновение аминокислот из крови в клетки, способствует синтезу белка и жиров. Способствует отложению глюкозы в запас (в печени).	В начале работы - увеличивается, облегчая проникновение глюкозы в клетки, а затем - снижается, так как вызывает изменения, противоположные тем, которые необходимы для эффективной мышечной деятельности.
<b>Глюкагон</b>	Оказывает действие, во многом противоположное инсулину. Усиливает распад цепочек глюкозы в клетках и выход глюкозы из мест ее хранения в кровь. Стимулирует распад жира в жировой ткани.	Увеличивается, обеспечивая распад и выход в кровь углеводов и жиров, дающих энергию для мышечного сокращения.

### Вилочковая железа.



**Вилочковая железа** или **тимус**, или **зобная железа** расположена за грудиной. Ее форма напоминает «галочку» (вилку), от чего она и получила свое название. Масса вилочковой железы у новорожденных - 10-15 грамм, к 14-16-летнему возрасту ее масса достигает 25-30 грамм, а затем железа подвергается обратному развитию (регрессу).

Вилочковая железа является органом иммунитета, в котором происходит созревание иммунных клеток (определенных видов лейкоцитов - Т-лимфоцитов). Внутрисекреторная деятельность вилочковой железы изучена мало.

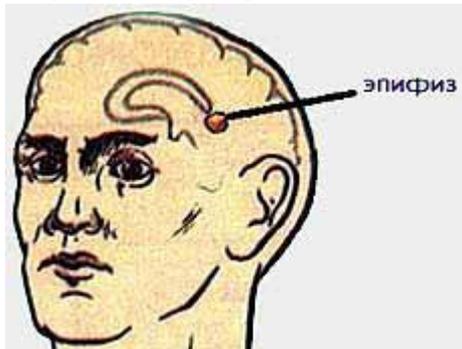
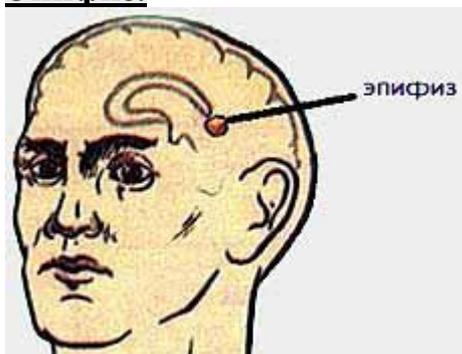
### **Гормон вилочковой железы**

<b>Гормон</b>	<b>Действие гормона</b>	<b>Изменение секреции гормона при мышечной деятельности</b>
<b>Тимозин</b>	Влияет на обмен углеводов, а также кальция. В регуляции обмена кальция действие близко к паратгормону паразитовидных	Данных мало. При тяжелых и продолжительных нагрузках масса вилочковой железы уменьшается, однако

	<p>желез. Регулирует рост скелета, участвует в управлении иммунными реакциями (увеличивает количество лимфоцитов в крови, усиливает реакции иммунитета) в течение первых 10-15 лет жизни.</p>	<p>предполагается, что ее активность в этих случаях увеличивается.</p>
--	---	--

Основная активность вилочковой железы наблюдается в детском и юношеском возрасте, затем активность железы существенно снижается. В редких случаях железа остается достаточно активной до старческого возраста, обеспечивая чрезвычайную устойчивость организма к различного рода повреждающим воздействиям.

### Эпифиз.



Эпифиз или **шишковидное тело** или **верхний мозговой придаток** расположен в черепной коробке над промежуточным мозгом (одним из отделов головного мозга). Эпифиз имеет форму шишки высотой около 1 сантиметра и диаметром несколько миллиметров (4-6 мм).

Наибольшая активность эпифиза наблюдается до 7-летнего возраста, после чего железа подвергается обратному развитию.

Функция эпифиза изучена слабо.

### **Основной гормон эпифиза**

Гормон	Действие гормона	Изменение секреции гормона при мышечной деятельности
<b>Мелатонин</b>	<p>Угнетает развитие половых желез, предотвращая преждевременное половое созревание. Обнаружено влияние эпифиза на обмен углеводов и минеральных веществ. Влияет на выработку в коже коричневого пигмента - меланина, обуславливающего цвет кожи, оказывая действие, во многом</p>	<p>Данные автором не обнаружены.</p>

<p>противоположеное меланотропному гормону промежуточной доли гипофиза - то есть вызывает посветление кожи.</p>
---

Выработка меланина зависит от освещенности - в светлое время суток образование гормона снижается, в темное время суток - увеличивается, поэтому считается, что эпифиз представляет собой своеобразные «биологические часы» организма.

### Половые железы

**Половые железы** или **гонады** (у мужчин - два яичка или тестиса, у женщин - два яичника, а также образующиеся в их фолликулы и желтое тело) расположены рядом с половыми органами (у мужчин - в мошонке, у женщин - внутри полости малого таза). Половые железы функционируют и как железы внешней секреции, вырабатывая половые клетки, и как железы внутренней секреции, выделяя в кровь половые гормоны.

И женские, и мужские половые железы выделяют и женские, и мужские половые гормоны, но в разных количествах. Женские половые железы (яичники) выделяют больше женских и меньше мужских половых гормонов, а мужские половые железы (яички) выделяют больше мужских и меньше женских половых гормонов.

Половые железы, в отличие от большинства желез внутренней секреции, не являются жизненно важными органами. Их удаление не только не сказывается отрицательно на здоровье организма, но и позволяет избежать многих заболеваний, связанных с деятельностью органов размножения.

### Основные гормоны мужских половых желез.

<p>Мужские половые гормоны имеют общее название <b>андрогены</b> (от греческого слова "андрос" - мужской) <b>Гормон</b></p>	<p><b>Действие гормона</b></p>	<p><b>Изменение секреции гормона при мышечной деятельности средней тяжести</b></p>
<p><b>Тестостерон</b></p>	<p>Стимулирует развитие мужских половых органов и формирование мужских вторичных половых признаков: огрубение голоса, мужской тип волосяного покрова тела, мужской тип распределения жировой ткани и др. Оказывает стимулирующее влияние на синтез белков.</p>	<p>Повышается после окончания работы, особенно силового характера.</p>

### Основные гормоны женских половых желез.

<p>Женские половые гормоны имеют общее название <b>эстрогены</b>, хотя к группе эстрогенов относятся не все женские гормоны.</p> <p><b>Гормон</b></p>	<p><b>Действие гормона</b></p>	<p><b>Изменение секреции гормона при мышечной деятельности средней тяжести</b></p>
<p><b>Группа эстрагенов</b> (эстрон, эстриол, эстрадиол)</p>	<p>Выделяются яичниками и фолликулами в предовуляторный и овуляторный периоды. Стимулируют развитие женских вторичных половых признаков: женский тип волосяного покрова тела, женский тип распределения подкожного жира, развитие молочных желез и др. Стимулируют разрастание матки и ее слизистой оболочки, усиливают сокращение матки и маточных труб. Усиливают синтез белков, в основном, в матке.</p>	<p>Снижается, так как чрезмерно высокий уровень эстрагенов отрицательно сказывается на работоспособности.</p>
<p><b>Прогестерон</b></p>	<p>Выделяется желтым телом в поствуляторный период. Подготавливает слизистую матки к имплантации в нее оплодотворенной яйцеклетки. Обеспечивает нормальное протекание беременности. Подавляет выделение гонадотропных гормонов передней доли гипофиза, стимулирующих секрецию эстрогенов.</p>	<p>Вероятно, меняется мало.</p>

**Женский половой цикл.**

Женский половой цикл имеет также названия: **менструальный цикл, овариально-менструальный цикл (ОМЦ), специфический биологический цикл.**

Функционирование женского организма, в том числе физическая работоспособность, во многом обуславливается циклической деятельностью половых желез, регулируемых гонадотропными гормонами гипофиза.

<p>Женский половой цикл составляет, обычно, 27-28 дней (в норме от 21 до 40 дней). По характеру гормональной активности в организме женский половой цикл разделяют, обычно, на четыре периода.</p> <p><b>Период цикла</b></p>	<p><b>Основной выделяемый гормон</b></p>	<p><b>Физиологическая характеристика</b></p>	<p><b>Физическая работоспособность</b></p>
<p><b>Предовуляционный (предовуляторный)</b></p>	<p>Гонадотропные гормоны гипофиза, эстрогены яичников и созревающего фолликула.</p>	<p>В яичнике увеличиваются фолликулы, один из фолликулов, содержащий в себе созревшую яйцеклетку, выступает над поверхностью яичника.</p>	<p><b>Высокая</b></p>
<p><b>Овуляционный (овуляторный)</b></p>	<p>Гонадотропные гормоны гипофиза, эстрогены яичников.</p>	<p>Происходит разрыв оболочки созревшего фолликула и выход из него яйцеклетки - овуляция.</p>	<p><b>Низкая</b></p>
<p><b>Послеовуляционный (постовуляторный)</b></p>	<p>Прогестерон. Прогестерон подавляет выделение гонадотропных гормонов гипофиза, что снижает выделение эстрогенов.</p>	<p>Разорвавшийся фолликул превращается в желтое тело - временную железу внутренней секреции, выделяющую гормон прогестерон. Под</p>	<p><b>Вначале - высокая, перед и во время менструации - низкая</b></p>

	Если не произошла имплантация оплодотворенной яйцеклетки - уровень прогестерона падает, это обуславливает наступление менструации.	влиянием прогестерона происходит подготовка слизистой оболочки матки к имплантации оплодотворенной яйцеклетки. Если оплодотворения не произошло, яйцеклетка не имплантируется в слизистую матки, и через несколько дней умирает.	
<b>Период покоя</b>	Уровень гормонов низкий.	Активность половых желез выражена слабо.	<b>Средняя</b>

Существует другое разделение женского специфического биологического цикла - на пять фаз (периодов). Это разделение учитывает физиологические изменения, происходящие в организме женщины в каждой фазе, и более удобно при определении физической и умственной работоспособности.

<b>Фаза цикла</b>	<b>Физиологическая характеристика</b>	<b>Физическая работоспособность</b>
<b>Менструальная</b>	Происходит отторжение слизистой оболочки матки и ее выход вместе с кровью и погибшей яйцеклеткой. Уровень женских половых гормонов низкий.	<b>Низкая</b>
<b>Постменструальная</b> (соответствует предовуляторной)	Происходит созревание фолликула в яичнике. Слизистая матки разрастается. Уровень эстрогенов высокий.	<b>Высокая</b>
<b>Овуляторная</b>	Происходит разрыв созревшего фолликула и выход из нее яйцеклетки (овуляция). Уровень эстрогенов невысокий, уровень прогестерона низкий.	<b>Низкая</b>
<b>Постовуляторная</b>	Остатки фолликула превращаются в желтое тело, которое начинает	<b>Высокая</b>

	выделять прогестерон. Уровень эстрогенов низкий, уровень прогестерона высокий.	
<b>Предменструальная</b>	Желтое тело подвергается обратному развитию (дегенерации). Уровень эстрогенов и прогестерона низкий.	<b>Низкая</b>

Таким образом, **физическая (и умственная) работоспособность женщин снижается перед менструацией, во время менструации, а также в период овуляции.**

Соответственно, при планировании тренировочного процесса женщины, необходимо учитывать фазы ее специфического биологического цикла. В периоды низкой умственной и физической работоспособности высокие нагрузки не дадут желаемого тренировочного эффекта. Малоэффективным в эти периоды будет и обучение новым движениям.

### **Влияние желез внутренней секреции на работу мышц**

Изменения активности желез внутренней секреции во время мышечной деятельности 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.

### **Легкая мышечная работа**

<b>Изменение секреции гормона</b>	<b>Физиологический эффект</b>
Повышается выделение <b>адреналина</b> и <b>норадреналина</b> мозгового вещества надпочечников.	Повышается возбудимость нервной системы, увеличивается частота и сила сердечных сокращений, увеличивается частота и глубина 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.
Если работа достаточно продолжительна, повышается выделение гормона гипофиза, регулирующего деятельность коркового вещества надпочечников ( <b>адренокортикотропного гормона гипофиза</b> ).	Увеличивается выделение гормонов коркового вещества надпочечников.
Если работа достаточно продолжительна, повышается выделение <b>глюкокортикоидов</b> коркового вещества надпочечников.	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.
Если работа достаточно продолжительна, повышается выделение гормона роста ( <b>соматотропного гормона</b> ) гипофиза.	Усиливается распад жиров в жировой ткани, облегчается их использование как источника энергии для мышечного сокращения. Облегчается усвоение клетками питательных веществ.
В начале работы повышается выделение инсулина поджелудочной железы, затем выделение <b>инсулина</b> снижается и повышается выделение <b>глюкагона</b> поджелудочной железы.	В начале работы под действием инсулина облегчается проникновение сахара из крови в клетки. Затем под действием глюкагона 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.

Изменения гормональной активности остальных желез внутренней секреции незначительны.

### Мышечная работа средней тяжести

Изменение секреции гормона	Физиологический эффект
<b>Гормоны, содержание которых повышается</b>	
<p>Повышается выделение <b>адреналина</b> и <b>норадреналина</b> мозгового вещества надпочечников.</p>	<p>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.</p>
<p>Повышается выделение гормона роста (<b>соматотропного гормона</b>) гипофиза</p>	<p>Усиливается распад жиров в жировой ткани, облегчается их использование как источника энергии для мышечного сокращения. Облегчается</p>

	усвоение клетками питательных веществ.
Повышается выделение гормона гипофиза, стимулирующего деятельность коркового вещества надпочечников( <b>адренокортикотропного гормона</b> ).	Увеличивается выделение гормонов коркового вещества надпочечников.
Повышается выделение <b>глюкокортикоидов и минералокортикоидов</b> 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 <b>вазопрессина</b> задней доли гипофиза.	Сужаются кровеносные сосуды (неработающих органов), обеспечивая дополнительный резерв крови для

	<p>работающих мышц. Уменьшается выделение воды почками, что предотвращает организм от обезвоживания.</p>
<p>Повышается выделение <b>глюкагона</b> в клетках поджелудочной железы.</p>	<p>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.</p>
<p><b>Гормоны, содержание которых снижается</b></p>	
<p>Снижается выделение <b>гонадотропного гормона</b> гипофиза (гормона регулирующего деятельность половых желез).</p>	<p>Уменьшается активность половых желез.</p>
<p>Снижается выделение <b>половых гормонов</b> половых желез (при силовой нагрузке содержание тестостерона может повышаться, особенно в восстановительный период).</p>	<p>Уменьшается специфическое действие половых гормонов.</p>
<p>Снижается выделение <b>аналогов половых гормонов</b> коркового вещества надпочечников.</p>	<p>Уменьшается специфическое действие половых гормонов.</p>
<p>Снижается выделение <b>инсулина</b> в клетках поджелудочной железы.</p>	<p>Блокируется отложение углеводов в запас, что облегчает их использование в качестве источника энергии для мышечного сокращения.</p>

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

## Истощающая мышечная работа

Если мышечная работа чрезмерно длительна и/или интенсивна, возможности практически всех желез внутренней секреции выделять свои гормоны истощаются. В этих условиях основной задачей системы желез внутренней секреции становится не поддержание максимальной работоспособности, **асохранение внутренней среды организма в пределах, совместимых с жизнью.**

В частности, для этих целей повышается выделение **тирокальцитонина** щитовидной железы, вызывая снижение возбудимости центральной нервной системы и мышечного аппарата.

Поскольку без гормональной поддержки протекание физиологических процессов невозможно, истощение желез внутренней секреции в результате выполнения чрезвычайно тяжелой и/или длительной работы является одним из факторов, обуславливающих ее прекращение.

### *Контрольные вопросы:*

1. Какую роль выполняет эндокринная система в жизни организмов?
2. Что такое железы внешней, внутренней и смешанной секреции?
3. Какие железы внешней, внутренней и смешанной секреции вы знаете?
4. Чем характеризуется гуморальная регуляция?
5. Какая регуляция более древняя?
6. Какие железы называют железами внутренней секреции?
7. Что такое гормоны?
8. Какие типы желез вы знаете?

### *Литература*

1. Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И., Гайворонский А.И. Анатомия и физиология человека. – М.: «Академия», 2011.
2. Миловзорова М. С. Анатомия и физиология человека. М: Медицина, 1972.
3. Федюкович Н.И. Анатомия и физиология человека. Ростов-на-Дону: «Феникс», 2009.

### **Тема 3: Классификация рефлексов. Рефлекторный путь. Нервные центры и их основные свойства.**

*План:*

- 1. Классификация рефлексов.*
- 2. Рефлекторный путь.*
- 3. Нервные центры и их основные свойства.*

#### **Классификация рефлексов**

**Рефлекс** (от лат. reflexus - отражённый) - стереотипная реакция живого организма на определенное воздействие, проходящая с участием нервной системы. Рефлексы существуют у многоклеточных живых организмов, обладающих нервной системой.

#### **Классификация рефлексов**

**По типу образования:** условные и безусловные

**По видам рецепторов:** экстероцептивные (кожные, зрительные, слуховые, обонятельные), интероцептивные (с рецепторов внутренних органов) и проприоцептивные (с рецепторов мышц, сухожилий, суставов)

**По эффекторам:** соматические, или двигательные, (рефлексы скелетных мышц), например флексорные, экстензорные, локомоторные, статокинетические и др.; вегетативные внутренних органов - пищеварительные, сердечно-сосудистые, выделительные, секреторные и др.

**По биологической значимости:** оборонительные, или защитные, пищеварительные, половые, ориентировочные.

**По степени сложности нейронной организации рефлекторных дуг** различают моносинаптические, дуги которых состоят из афферентного и эфферентного нейронов (например, коленный), и полисинаптические, дуги которых содержат также 1 или несколько промежуточных нейронов и имеют 2 или несколько синаптических переключений (например, флексорный).

**По характеру влияний на деятельность эффектора:** возбуждающие - вызывающими и усиливающими (облегчающими) его деятельность, тормозные - ослабляющими и подавляющими её (например, рефлекторное учащение сердечного ритма симпатическим нервом и урежение его или остановка сердца - блуждающим).

**По анатомическому расположению центральной части рефлекторных дуг** различают спинальные рефлексы и рефлексы головного мозга. В осуществлении спинальных рефлексов участвуют нейроны, расположенные в спинном мозге. Пример простейшего спинального рефлекса - отдергивание руки от острой булавки. Рефлексы головного мозга осуществляются при участии нейронов головного мозга. Среди них различают бульбарные, осуществляемые при участии нейронов продолговатого мозга; мезэнцефальные - с участием нейронов среднего мозга; кортикальные - с участием нейронов коры больших полушарий головного мозга.

**По типу образования** **Безусловные рефлексы** Безусловные рефлексы - наследственно передаваемые (врожденные) реакции организма, присущие всему виду. Выполняют защитную функцию, а также функцию поддержания

гомеостаза(приспособления к условиям окружающей среды) . Безусловные рефлексы - это наследуемая, неизменная реакция организма на внешние и внутренние сигналы, независимо от условий возникновения и протекания реакций. Безусловные рефлексы обеспечивают приспособление организма к неизменным условиям среды. Основные типы безусловных рефлексов: пищевые, защитные, ориентировочные, половые.

Примером защитного рефлекса является рефлекторное отдергивание руки от горячего объекта. Гомеостаз поддерживается, например, рефлекторным учащением дыхания при избытке углекислого газа в крови. Практически каждая часть тела и каждый орган участвует в рефлекторных реакциях. Простейшие нейронные сети, или дуги (по выражению Шеррингтона), участвующие в безусловных рефлексах, замыкаются в сегментарном аппарате спинного мозга, но могут замыкаться и выше (например, в подкорковых ганглиях или в коре). Другие отделы нервной системы также участвуют в рефлексах: ствол мозга, мозжечок, кора больших полушарий. Дуги безусловных рефлексов формируются к моменту рождения и сохраняются в течение всей жизни. Однако они могут изменяться под влиянием болезни. Многие безусловные рефлексы проявляются лишь в определенном возрасте; так, свойственный новорожденным хватательный рефлекс угасает в возрасте 3-4 месяцев. Различают моносинаптические (включающие передачу импульсов к командному нейрону через одну синаптическую передачу) и полисинаптические (включающие передачу импульсов через цепочки нейронов) рефлексы.

### **Условные рефлексы**

Условные рефлексы возникают в ходе индивидуального развития и накопления новых навыков. Выработка новых временных связей между нейронами зависит от условий внешней среды. Условные рефлексы формируются на базе безусловных при участии высших отделов мозга. Разработка учения об условных рефлексах связана в первую очередь с именем И. П. Павлова. Он показал, что новый стимул может начать рефлекторную реакцию, если он некоторое время предъявляется вместе с безусловным стимулом. Например, если собаке дать понюхать мясо, то у неё выделяется желудочный сок (это безусловный рефлекс). Если же одновременно с мясом звенеть звоночком, то нервная система собаки ассоциирует этот звук с пищей, и желудочный сок будет выделяться в ответ на звоночек, даже если мясо не предъявлено. Условные рефлексы лежат в основе приобретенного поведения. Это наиболее простые программы.

Окружающий мир постоянно меняется, поэтому в нём могут успешно жить лишь те, кто быстро и целесообразно отвечает на эти изменения. По мере приобретения жизненного опыта в коре полушарий складывается система условнорефлекторных связей. Такую систему называют динамическим стереотипом. Он лежит в основе многих привычек и навыков. Например, научившись кататься на коньках, велосипеде, мы впоследствии уже не думаем о том, как нам двигаться, чтобы не упасть.

### **Нейронная организация простейшего рефлекса**

Простейшим рефлексом позвоночных считается моносинаптический. Если дуга спинального рефлекса образована двумя нейронами, то первый из них

представлен клеткой спинномозгового ганглия, а второй - двигательной клеткой (мотонейроном) переднего рога спинного мозга. Длинный дендрит спинномозгового ганглия идёт на периферию, образуя чувствительное волокно какого-либо нервного ствола, и заканчивается рецептором. Аксон нейрона спинномозгового ганглия входит в состав заднего корешка спинного мозга, доходит до мотонейрона переднего рога и посредством синапса соединяется с телом нейрона или одним из его дендритов.

Аксон мотонейрона переднего рога входит в состав переднего корешка, затем соответствующего двигательного нерва и заканчивается двигательной бляшкой в мышце. Чистых моносинаптических рефлексов не существует. Даже коленный рефлекс, являющийся классическим примером моносинаптического рефлекса, является полисинаптическим, так как чувствительный нейрон не только переключается на мотонейрон мышцы-разгибателя, но и отдаёт аксонную коллатераль, переключаящуюся на вставочный тормозной нейрон мышцы-антагониста, сгибателя. У человека количество рефлексов, которые могут быть вызваны теми или иными способами, достаточно велико, однако в неврологической практике при обследовании больного исследуют лишь небольшое количество рефлексов, наиболее доступных для выявления и отличающихся наибольшим постоянством у здорового человека.

**Исследование рефлексов** требует практического навыка, при отсутствии которого может быть получена ложная картина изменения рефлексов, а следовательно, и неверное суждение о состоянии того или иного отдела нервной системы обследуемого. При поражении пирамидной системы появляются патологические рефлексы, а также так наз. защитные рефлексy, которые у здоровых взрослых людей не вызываются. **Понижение (гипорефлексия) или исчезновение (арефлексия) рефлексов** являются признаками нарушения проводимости или анатомической целостности рефлекторной дуги в любом из ее отделов. Понижение сухожильных рефлексов наиболее характерно для поражений периферического отдела нервной системы. Следует иметь в виду, что у некоторых здоровых лиц рефлексy можно вызвать лишь с помощью специальных приемов, а иногда не удастся вызвать даже опытному исследователю. Общее понижение рефлексов наблюдается при глубокой коме. Повышение сухожильных рефлексов (гиперрефлексия) чаще всего является признаком поражения пирамидных путей, однако общая гиперрефлексия может наблюдаться при интоксикации, неврозах, гипертиреозе и других патол. состояниях.

Крайняя степень повышения сухожильных рефлексов проявляется клонусом - ритмичными, долго не прекращающимися сокращениями какой-либо мышцы, возникающими вслед за резким ее растяжением. Наиболее постоянны при поражении пирамидной системы клонусы стопы и коленной чашечки (растяжение икроножных мышц и четырехглавой мышцы бедра). Несимметричность, неравномерность (анизорефлексия) рефлексов в сочетании с патологическими рефлексами всегда свидетельствует об органическом поражении нервной системы. Патологическими являются рефлексy, которые у взрослого здорового человека не вызываются, а появляются лишь при поражениях нервной системы, связанных со снижением тормозного влияния

головного мозга на сегментарный аппарат спинного мозга или двигательные ядра черепно-мозговых нервов.

**Патологические рефлекс**ы в зависимости от характера ответной двигательной реакции разделяют на сгибательные и разгибательные (для конечностей) и аксиальные (вызываются на голове, туловище). Если придерживаться порядка исследования этих рефлексов сверху вниз, то основными окажутся следующие патологические рефлекс

- **носогубный рефлекс** (короткий удар неврол. молоточком по спинке носа вызывает сокращение круговой мышцы рта с вытягиванием губ вперед);
- **хоботковый рефлекс** (та же двигательная реакция, но возникающая при нерезком ударе неврологическим молоточком по верхней или нижней губе);
- **сосательный рефлекс** (штриховое раздражение шпателем губ вызывает их сосательные движения);
- **ладонно-подбородочный рефлекс** (штриховое раздражение кожи ладони в области возвышения большого пальца вызывает сокращение подбородочной мышцы на той же стороне со смещением кожи подбородка кверху). Появление перечисленных патологических рефлексов характерно для псевдобульбарного паралича, обусловленного разобщением рефлекторных двигательных центров, расположенных в стволе головного мозга с вышележащими отделами центральной нервной системы.

На руках в условиях патологии может появиться кистевой **патологический рефлекс Россолимо**: при коротком ударе пальцами исследующего по кончикам II-V пальцев свободно свисающей кисти больного возникает сгибание ("кивание") концевой фаланги большого пальца. На ногах практически важными являются так наз.

Стопные патологические рефлекс

- **рефлекс Бабинского** (разгибание большого пальца, иногда с веерообразным разведением остальных пальцев, при штриховом раздражении кожи наружного края подошвы);
- **рефлекс Оппенгейма** (разгибание большого пальца стопы в момент скользящего нажима по гребню большеберцовой кости);
- **рефлекс Россолимо** (сгибание - "кивание" II-V пальцев стопы при коротком ударе по кончикам этих пальцев со стороны подошвы) и др.

Перечисленные патологические рефлекс

суждения о степени нарушений различных структур нервной системы при топической диагностике ее поражений проводится исследование некоторых **вегетативных рефлексов** - вазомоторных, пиломоторных, потоотделительных, висцеральных и др. Для исследования этих рефлексов используют специальные методики нанесения раздражения и регистрации ответных реакций, различные фармакологические пробы, позволяющие судить о состоянии вегетативной нервной системы. При обследовании больного проводят исследование вазомоторных реакций кожи, вызванных ее штриховым раздражением в различных областях тела.

**Пиломоторный рефлекс** (сокращение мышц, поднимающих волосы, с появлением так наз. гусиной кожи) вызывается охлаждением или пощипыванием кожи в области надплечья; ответная реакция в норме возникает на всей половине тела (на стороне раздражения); поражение вегетативных центров в спинном мозге, узлов симпатического ствола ведет к отсутствию рефлекса в соответствующей зоне иннервации. Сходную картину получают в условиях патологии при нарушении потоотделительного рефлекса. Наиболее доступными для исследования являются **висцеральные рефлексы**, позволяющие выявить возбудимость определенных участков вегетативной нервной системы - **глазосердечный рефлекс** (замедление пульса в ответ на нерезкое давление на глазное яблоко), **ортостатический рефлекс** (ускорение пульса при переходе из лежачего положения в вертикальное), **клиностатический рефлекс** (замедление пульса после возвращения в горизонтальное положение). При нормальной возбудимости вегетативной нервной системы разница в частоте пульса не должна превышать 8-12 ударов в 1 мин.

Примерами **дистантных рефлексов** могут служить **зрачковый рефлекс на свет**, имеющий большое диагностическое значение, а также **старт-рефлекс**, повышение которого проявляется резким вздрагиванием тела при всяком неожиданном звуке, вспышке света. Больные, у которых старт-рефлекс нарушен вследствие поражения определенных отделов головного мозга, не могут быстро включиться в действие, требующее быстрой реакции и двигательной мобилизации. При сохранении старт-рефлекса движения, требующие его участия, часто совершаются лучше, чем другие движения, не требующие действий по внезапному сигналу и затрудненные вследствие общей мышечной скованности.

### **Рефлекторный путь**

#### **Рефлекторная дуга**

Нейронная цепь, обеспечивающая конкретный рефлекс, называется рефлекторной дугой. Как правило, она состоит из сенсорных рецепторов определенной модальности, стимуляция которых вызывает рефлекс посредством возбуждения ансамбля интернейронов и мотонейронов

Рефлекторная дуга - это цепь нейронов от периферического рецептора через центральную нервную систему к периферическому эффектору. Элементами рефлекторной дуги являются периферический рецептор, афферентный путь, один или больше вставочных нейронов, эфферентный путь и эффектор.

Все рецепторы участвуют в тех или иных рефлексах, так что их афферентные волокна служат афферентным путем соответствующей рефлекторной дуги. Число вставочных нейронов всегда больше одного,

кроме моносинаптического рефлекса растяжения. Эфферентный путь представлен либо двигательными аксонами, либо постганглионарными волокнами вегетативной нервной системы, а эффекторами являются скелетные мышцы и гладкие мышцы, сердце, железы.

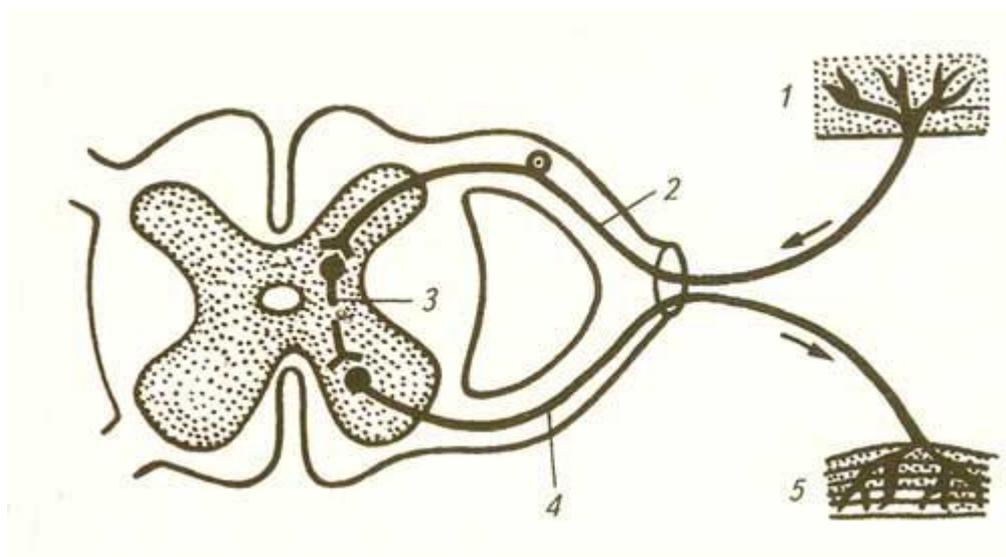
Время от начала стимула до реакции эффектора называется временем рефлекса. В большинстве случаев оно определяется в основном временем проведения в афферентных и в эфферентных путях и в центральной части рефлекторной дуги, к которому следует прибавить время трансформации стимула в рецепторе в распространяющийся импульс, время передачи через синапсы в центральной нервной системе (синаптическая задержка), время передачи от эфферентного пути к эффектору и время активации эффектора.

Рефлекторные дуги делятся на несколько типов:

1. Моносинаптические рефлекторные дуги
2. Полисинаптические спинномозговые рефлекторные дуги
3. Полисинаптические рефлекторные дуги с участием как спинного, так и головного мозга - в рефлекторных дугах этого типа имеется синапс в спинном мозге между сенсорным нейроном и нейроном, посылающим импульсы в головной мозг.

Рефлекторная дуга вегетативной нервной системы может быть представлена следующим образом. От рецепторов передается возбуждение по волокнам афферентных нейронов, расположенных в спинно-мозговых узлах либо в узлах черепных нервов или в узлах вегетативных сплетений. Аксоны этих нейронов в составе задних корешков вступают в спинной мозг (направляясь в боковые рога) или в составе черепных нервов - в вегетативные ядра мезенцефалического или вегетативные ядра бульбарного отдела головного мозга. В боковых рогах, а также в указанных ядрах ствола головного мозга залегают ассоциативные мультиполярные нейроны. Их аксоны выходят из мозга в составе передних корешков спинно-мозговых или черепных нервов. Это преганглионарные (предузловые) волокна, которые обычно миелинизированы. Они следуют к узлам внеорганных или внутриорганных вегетативных сплетений, где образуют синапсы с их клетками. В узлах лежат мультиполярные (вторые) нейроны эфферентного вегетативного пути. Их аксоны, выйдя из ганглиев, образуют постганглионарные волокна (чаще всего немиелинизированные), которые направляются к органам и тканям. Вегетативные волокна идут в составе соматических нервов или самостоятельно в виде вегетативных нервов в оболочках стенок кровеносных сосудов.

Путь, по которому проходят нервные импульсы (возбуждение) от рецепторов к исполнительному органу при осуществлении всякого рефлекса, называется ***рефлекторной дугой***.



В её состав входят *рецепторы* -1, воспринимающие раздражение, *чувствительные нейроны* - 2, чьи отростки - центроостремительные нервы - несут возбуждение к центральной нервной системе, *вставочные нейроны* - 3, передающие возбуждение на исполнительные - *двигательные нейроны* - 4, чьи отростки - центробежные двигательные нервы - проводят нервные импульсы от центральной нервной системы на периферию, *исполнительный орган* - 5, деятельность которого изменяется в результате рефлекса. Для осуществления рефлекса необходима целостность всех звеньев рефлекторной дуги.

### **Нервные центры и их основные свойства.**

#### **Нервные центры и их свойства**

Нервным центром называют функционально связанную совокупность нейронов, расположенных в одной или нескольких структурах центральной нервной системы и обеспечивающих осуществление регуляции определенных функций организма. В более узком понимании, применительно к рассматриваемой структуре рефлекторного акта, нервный центр как аппарат управления представляет собой функциональное объединение разных нейронов, обеспечивающее реализацию определенного рефлекса.

Основные общие свойства нервных центров

Основные общие свойства нервных центров определяются тремя главными факторами:

- 1) свойствами нервных клеток, входящих в состав центра,
- 2) особенностями структурно-функциональных связей нейронов,
- 3) свойствами центральных синапсов.

Три типа функционального предназначения нейронов

Функциональные свойства нервных клеток во многом зависят от их строения, локализации и связей, устанавливаемых отростками.

С позиций функционального предназначения различают три типа нейронов:

**1) Афферентные нейроны** по количеству отростков обычно униполярны, биполярны или псевдоуниполярны (т.е. имеют один Т-образно делящийся отросток), получают сенсорную информацию от рецепторов и осуществляют ее передачу другим нейронам центра.

2) **Эфферентные нейроны** обычно мультиполярны, т.е. имеют один аксон и несколько дендритов, они осуществляют передачу информации из нервного центра к эффекторам, например, мышцам.

3) **Вставочные или ассоциативные нейроны** составляют наибольшую по количеству группу нервных клеток, которые по своей форме обычно мультиполярны, причем отростки клеток не покидают пределов центральной нервной системы и их основной функцией является установление взаимосвязей между разными группами нейронов. Вставочные нейроны могут быть возбуждающими или тормозными, в зависимости от выделяемых на окончаниях их отростков медиаторов. Чувствительные и двигательные нейроны, как правило, возбуждающие, за исключением двигательных нейронов вегетативной нервной системы.

Тело и дендриты нервных клеток

*Тело и дендриты* нервных клеток являются структурами, которыми осуществляется интеграция поступающих к нейрону многочисленных сигналов. За счет колоссального количества синапсов на нервных клетках происходит взаимодействие многих ВПСП и ТПСП, обеспечивающее появление на мембранах аксонов потенциалов действия в виде различных по продолжительности ритмических «разрядов» (импульсов) и длительности межимпульсных интервалов. Длительность ритмического разряда, число импульсов в одном ритмическом разряде и продолжительность интервала между разрядами являются основным способом кодирования информации, передаваемой нейроном. Наиболее высокая частота импульсов в одном разряде отмечается у ассоциативных нейронов, поскольку у них следовая гиперполяризация значительно короче, чем у двигательных нейронов.

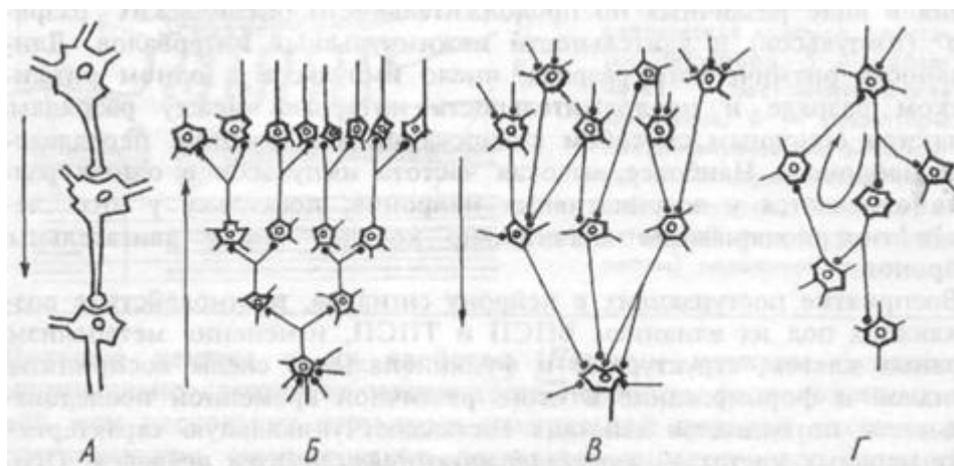
Восприятие поступающих к нейрону сигналов, взаимодействие возникающих под их влиянием ВПСП и ТПСП, изменения метаболизма нервных клеток, структурные и функциональные следы воспринятых сигналов и формирование в итоге различной временной последовательности потенциалов действия составляют уникальную характеристику нервных клеток — *интегративную деятельность нейронов*. Особое значение для интегративной деятельности нейронов имеют *дендриты*, распространение возбуждения и следовые потенциалы которых растянуты по времени. На дендритах располагаются многочисленные выросты — *шипики*, на которых имеются синаптические окончания.

Деятельность нервных клеток

Деятельность нервных клеток связана с особенностями их метаболизма, в частности с высоким уровнем энергетических и ластических процессов. Наиболее существенным отличием нейронов от других видов клеток организма является интенсивный обмен нуклеиновых кислот и очень высокий уровень транскрипции, т.е. синтеза молекул информационной РНК на матрицах ДНК генома. Интенсивность транскрипции в нейронах превышает более чем в 5 раз ее уровень в других клетках организма. Более того, интенсивность транскрипции в нейронах существенно возрастает при обучении животных или помещении их в условия с избыточным количеством раздражителей (информационно обогащенную среду). В этих случаях в нейронах активируется синтез белковых молекул, причем

показана четкая взаимосвязь уровня синтеза белка и характера электрической активности нервных клеток. Образованные в нейронах специфические белки и пептиды участвуют в хранении информации, обеспечении свойств синапсов и, в конечном счете, реализации рефлекторных актов и особенностей поведения.

Схематизированно наиболее простой формой связи является *нервная цепь*, в которой возбуждение последовательно передается от одного нейрона к другому. Нервная цепь может содержать всего два нейрона с одним синапсом между ними, соответственно рефлекс, реализуемый через такой нервный центр, носит название *моносинаптического*. С увеличением числа нейронов и синапсов между ними время рефлекторной реакции на раздражитель увеличивается, поскольку каждый синапс имеет синаптическую задержку проведения. Такие рефлексы называются *полисинаптическими*. Сигналы по нервным цепям распространяются в одну сторону — от входа к выходу — за счет одностороннего проведения в синапсах.



Особенности

распространения возбуждения в нервных центрах.

А — нервная цепочка, Б — дивергенция возбуждения в нервной сети, В — конвергенция возбуждения, Г — реверберация возбуждения в кольцевой цепи Лоренто-де-Но. Стрелки показывают направление распространения возбуждения

### Нервные сети

Нейроны нервного центра за счет структурно-функциональных связей (ветвления отростков и установления множества синапсов между разными клетками) объединяются в *нервные сети*. Связи между нервными клетками являются генетически детерминированными.

#### Основные типы нервных сетей

- Иерархические сети
- Локальные сети
- Дивергентные сети с одним входом

#### Типы тормозных процессов в нейронных сетях

- Реципрокное торможение
- Возвратное торможение
- Латеральное торможение,
- Тормозная зона

## **Основные свойства нервных центров**

Различают девять Основные свойства нервных центров:

1. *Пространственная и временная суммация*
2. *Центральная задержка рефлекса*
3. *Посттетаническая потенция*
4. *Последействие и пролонгирование возбуждения*
5. *Трансформация ритма возбуждений*
6. *Спонтанная (фоновая) электрическая активность*
7. *Тонус нервного центра*
8. *Пластичность нервных центров*
9. *Утомление нервных центров*

### **• Основные свойства нервных центров**

#### **Взаимодействие различных рефлексов**

Поскольку в организме одновременно или последовательно реализуется обычно несколько рефлексов, простейшие связи между ними характеризуются тремя вариантами взаимодействия.

1) **Рефлексы могут взаимно содействовать друг другу**, облегчая реализацию требуемого эффекта. Такие рефлексы называют *аллированными* или союзными. Примерами аллированных рефлексов являются рефлексы мигания и слезоотделения, слюноотделения и глотания.

2) **Рефлексы могут оказывать друг на друга тормозящее влияние** и тогда их называют антагонистическими. Например, рефлекс глотания тормозит рефлекс вдоха, рефлекс разгибания тормозит рефлекс сгибания конечности.

3) **Взаимодействие между рефлексами может быть последовательным**, когда один рефлекс, а вернее его результат, вызывает возникновение другого рефлекса. Такие рефлексы называют *цепными*, причем в цепи может быть взаимосвязано большое число разных рефлексов. Простейшими цепными рефлексами являются, например, шагательный рефлекс, когда сгибательный рефлекс (сгибание ноги) становится причиной следующего за ним разгибательного, а он в свою очередь вызывает сгибательный рефлекс и т.д.

При реализации сложных рефлекторных реакций, обеспечивающих регуляцию жизнедеятельности и приспособление организма к меняющимся условиям среды, необходимым условием является *координация рефлексов*, в основе которой лежит согласованное формирование и взаимодействие процессов возбуждения и торможения в центральной нервной системе.

#### **Принципы координации рефлекторной деятельности**

Основными принципами координации являются:

1. *Принцип сопряженного торможения или реципрокности*
2. *Принцип доминанты*
3. *Принцип общего конечного пути,*
4. *Принцип субординации нервных центров*
5. *Принцип обратной афферентации*

*Контрольные вопросы:*

1. *Что такое безусловно рефлекторная деятельность?*
2. *Что такое условно рефлекторная деятельность?*
3. *Что такое рефлекс?*
4. *Сколько звеньев включает рефлекторная дуга?*
5. *Какими анатомическими структурами представлен каждый отдел рефлекторной дуги?*
6. *Возможно ли осуществление рефлекс при нарушении одного из звеньев рефлекторной дуги?*
7. *Когда начинают проявляться условные рефлексы у человека?*
8. *Какие условные рефлексы играют роль в вашей повседневной жизни?*
9. *Что такое торможение?*
10. *В чем заключается биологическая роль торможения?*
11. *Как затормозить выработанный условный рефлекс?*

*Литература*

1. Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И., Гайворонский А.И. *Анатомия и физиология человека.* – М.: «Академия», 2011.
2. Миловзорова М. С. *Анатомия и физиология человека.* М: Медицина, 1972.
3. Федюкович Н.И. *Анатомия и физиология человека.* Ростов-на-Дону: «Феникс», 2009.

## **Тема 4: Спинной мозг, его основные функции. Головной мозг. Функции отделов головного мозга.**

*План:*

- 1. Понятие о спинном мозге.*
- 2. Внешний вид спинного мозга.*
- 3. Сегментарное строение спинного мозга.*
- 4. Кровоснабжение спинного мозга.*
- 5. Фнкции спинного мозга.*
- 6. Рефлекторная функция спинного мозга.*
- 7. Проводниковая функция спинного мозга.*
- 8. Строение головного мозга.*
- 9. Функции головного мозга.*
- 10. Конечный мозг.*
- 11. Промежуточный мозг.*
- 12. Средний мозг.*
- 13. Мозжечок и мозг.*
- 14. Желудочки головного мозга.*
- 15. Функции большого (конечного) мозга.*
- 16. Ассоциативные зоны.*
- 17. Доли конечного мозга.*
- 18. Зона речи.*
- 19. Функции промежуточного мозга.*
- 20. Лимбическая система.*
- 21. Функции ствола головного мозга.*
- 22. Функции мозжечка.*
- 23. Черепно-мозговые нервы.*
- 24. Кора больших полушарий.*



Спинальный мозг – это часть центральной нервной системы. Он располагается в позвоночном канале. Представляет собой толстостенную трубку с узким каналом внутри, несколько сплюснутую в передне-заднем направлении. Имеет довольно сложное строение и обеспечивает передачу нервных импульсов от головного мозга к периферическим структурам нервной системы, а также осуществляет собственную рефлекторную деятельность. Без функционирования спинного мозга невозможны нормальное дыхание, сердцебиение, пищеварение, мочеиспускание, сексуальная деятельность, любые движения в конечностях. Из

этой статьи Вы сможете узнать о строении спинного мозга и особенностях его функционирования и физиологии.

Спинальный мозг закладывается на 4-й неделе внутриутробного развития. Обычно женщина еще даже не подозревает, что у нее будет ребенок. В течение всей беременности происходит дифференцировка различных элементов, а некоторые отделы спинного мозга полностью заканчивают свое формирование уже после рождения в течение первых двух лет жизни.

### **КАК ВЫГЛЯДИТ СПИНАЛЬНЫЙ МОЗГ ВНЕШНЕ?**



Начало спинного мозга условно определяется на уровне верхнего края I шейного позвонка и большого затылочного отверстия черепа. В этой области спинной мозг мягко перестраивается в головной мозг, четкого разделения между ними нет. В этом месте осуществляется перекрест так называемых пирамидных путей: проводников, ответственных за движения конечностей. Нижний край спинного мозга соответствует верхнему краю II поясничного позвонка. Таким образом, длина спинного мозга оказывается меньше, чем длина позвоночного канала. Именно эта особенность расположения спинного мозга позволяет проводить спинномозговую пункцию на уровне III — IV поясничных позвонков (невозможно повредить спинной мозг при люмбальной пункции между остистыми отростками III — IV поясничных позвонков, так как его там попросту нет).

Размеры спинного мозга человека следующие: длина приблизительно 40-45 см, толщина – 1-1,5 см, вес – около 30-35 г.

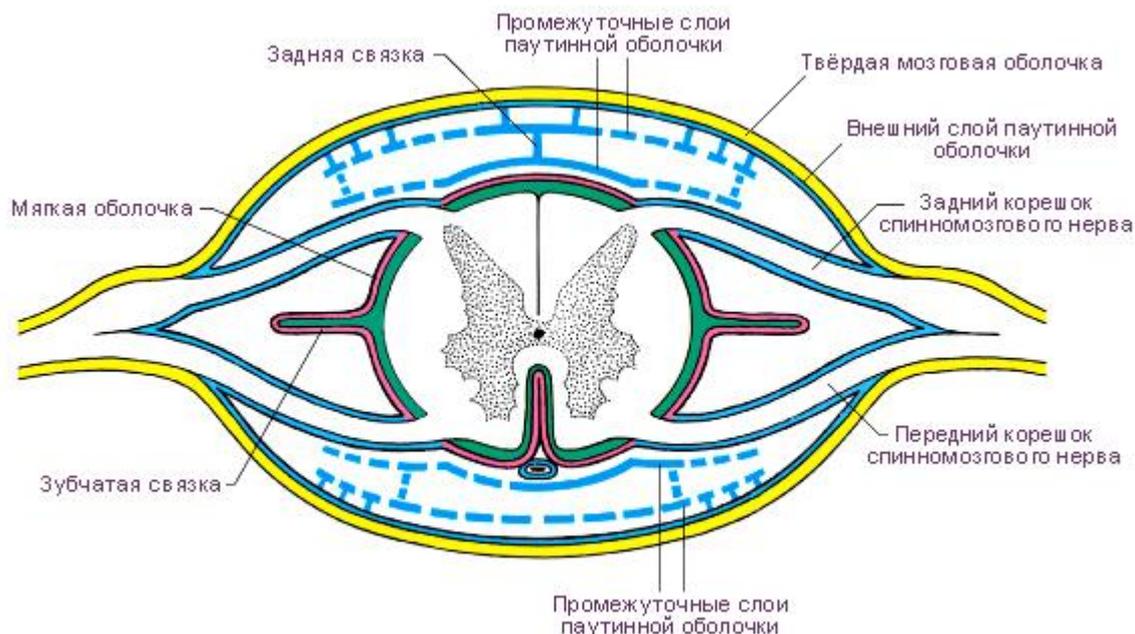
По длине выделяют несколько отделов спинного мозга:

- шейный;
- грудной;
- поясничный;
- крестцовый;
- копчиковый.

В области шейного и пояснично-крестцового уровней спинной мозг толще, чем в других отделах, потому что в этих местах располагаются скопления нервных клеток, обеспечивающих движения рук и ног.

Последние крестцовые сегменты вместе с копчиковым называются конусом спинного мозга из-за соответствующей геометрической формы. Конус переходит

в терминальную (конечную) нить. Нить уже не имеет нервных элементов в своем составе, а только лишь соединительную ткань, и покрыта оболочками спинного мозга. Терминальная нить фиксируется ко II копчиковому позвонку.

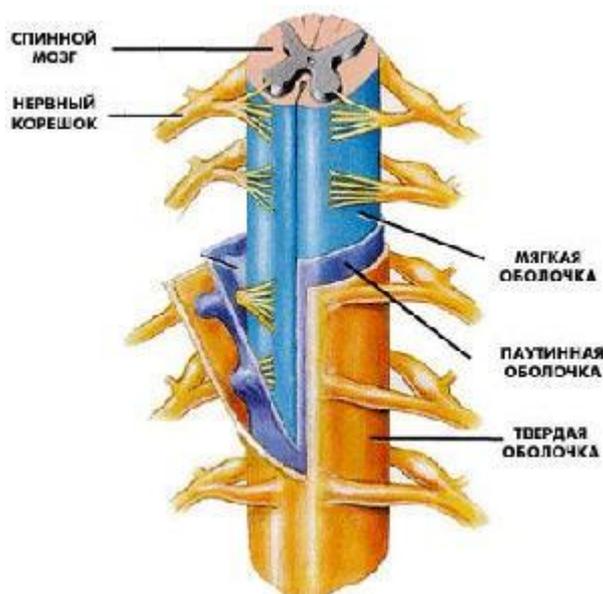


Спинальный мозг: поперечный разрез.

Спинальный мозг на всем своем протяжении покрыт 3-мя мозговыми оболочками. Первая (внутренняя) оболочка спинного мозга называется мягкой. Она несет в себе артериальные и венозные сосуды, которые обеспечивают кровоснабжение спинного мозга. Следующая оболочка (средняя) – паутинная (арахноидальная). Между внутренней и средней оболочками находится субарахноидальное (подпаутинное) пространство, содержащее спинномозговую жидкость (ликвор). При проведении спинномозговой пункции игла должна попасть именно в это пространство, чтобы можно было взять ликвор на анализ. Наружная оболочка спинного мозга – твердая. Твердая мозговая оболочка продолжается до межпозвоночных отверстий, сопровождая нервные корешки.

Внутри позвоночного канала спинной мозг фиксируется к поверхности позвонков с помощью связок.

Посередине спинного мозга на всем его протяжении находится узенькая трубочка, центральный канал. Она также содержит спинномозговую жидкость.



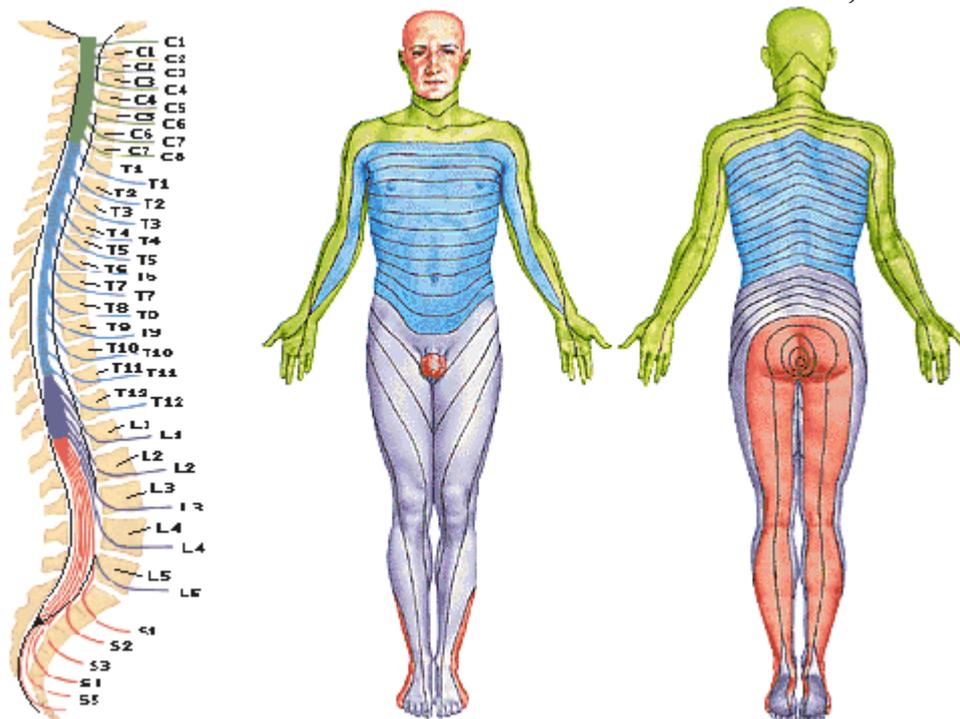
Со всех сторон вглубь спинного мозга вдаются углубления – щели и борозды. Самые крупные из них – передняя и задняя срединные щели, которые разграничивают две половины спинного мозга (левую и правую). В каждой половине имеются дополнительные углубления (борозды). Борозды дробят спинной мозг на канатики. В итоге получается два передних, два задних и два боковых канатика. Подобное анатомическое деление имеет под собой функциональное основание – в разных канатиках проходят нервные волокна, несущие различную информацию (о боли, о прикосновениях, о температурных ощущениях, о движениях и т.д.). В борозды и щели проникают кровеносные сосуды.

### **СЕГМЕНТАРНОЕ СТРОЕНИЕ СПИННОГО МОЗГА – ЧТО ЭТО?**

Как же спинной мозг связан с органами? В поперечном направлении спинной мозг разделяется на особые отделы, или сегменты. Из каждого сегмента выходят корешки, пара передних и пара задних, которые и осуществляют связь нервной системы с другими органами. Корешки выходят из позвоночного канала, формируют нервы, которые направляются к различным структурам организма. Передние корешки передают информацию преимущественно о движениях (стимулируют мышечное сокращение), поэтому называются двигательными. Задние корешки несут в спинной мозг информацию от рецепторов, то есть посылают информацию об ощущениях, поэтому их называют чувствительными.

Количество сегментов у всех людей одинаковое: 8 шейных сегментов, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 1-3 копчиковых (чаще 1). Корешки из каждого сегмента устремляются в межпозвоночное отверстие. Поскольку длина спинного мозга короче, чем длина позвоночного канала, то корешки меняют свое направление. В шейном отделе они направлены горизонтально, в грудном – косо, в поясничном и крестцовом отделах – почти вертикально вниз. Из-за разницы в длине спинного мозга и позвоночника также меняется и расстояние от выхода корешков из спинного мозга до межпозвоночного отверстия: в шейном отделе корешки самые короткие, а в пояснично-крестцовом – самые длинные. Корешки четырех нижних поясничных, пяти крестцовых и копчикового сегментов образуют так называемый конский хвост. Именно он и располагается в

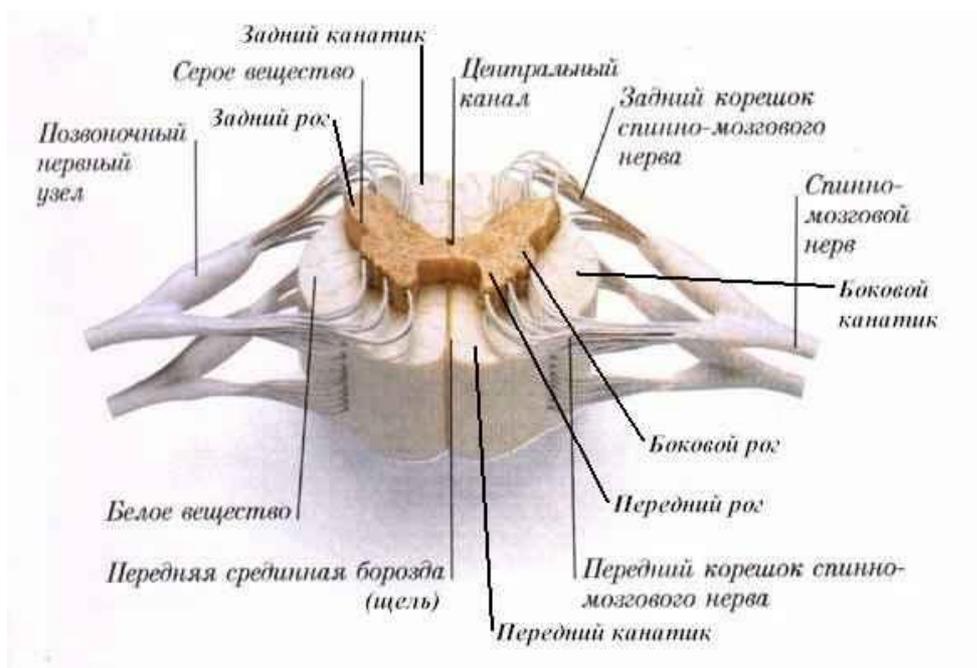
позвоночном канале ниже II поясничного позвонка, а не сам спинной



МОЗГ.

За каждым сегментом спинного мозга закреплена строго очерченная зона иннервации на периферии. В эту зону входит участок кожи, определенные мышцы, кости, часть внутренних органов. Эти зоны практически одинаковы у всех людей. Эта особенность строения спинного мозга позволяет диагностировать место расположения патологического процесса при заболевании. Например, зная, что чувствительность кожи в области пупка регулируется 10-м грудным сегментом, при утрате ощущений прикосновения к коже ниже этой области, можно предположить, что патологический процесс в спинном мозге расположен ниже 10-го грудного сегмента. Подобный принцип работает только с учетом сопоставления зон иннервации всех структур (и кожи, и мышц, и внутренних органов).

Если произвести срез спинного мозга в поперечном направлении, то он будет выглядеть неодинаково по цвету. На срезе можно увидеть два цвета: серый и белый. Серый цвет – это место расположения тел нейронов, а белый цвет — это периферические и центральные отростки нейронов (нервные волокна). Всего в спинном мозге насчитывается более 13 миллионов нервных клеток.



Тела нейронов серого цвета так расположены, что имеют причудливую форму бабочки. У этой бабочки четко прослеживаются выпуклости – передние рога (массивные, толстые) и задние рога (значительно тоньше и мельче). В некоторых сегментах есть еще и боковые рога. В области передних рогов содержатся тела нейронов, отвечающих за движения, в области задних рогов – нейроны, воспринимающие чувствительные импульсы, в боковых рогах – нейроны вегетативной нервной системы. В некоторых отделах спинного мозга сконцентрированы тела нервных клеток, отвечающих за функции отдельных органов. Места локализации этих нейронов изучены и четко определены. Так, в 8-м шейном и 1-м грудном сегменте располагаются нейроны, отвечающие за иннервацию зрачка глаза, в 3 — 4-м шейных сегментах – за иннервацию главной дыхательной мышцы (диафрагмы), в 1 — 5-м грудных сегментах – за регуляцию сердечной деятельности. Зачем это нужно знать? Это используется в клинической диагностике. Например, известно, что боковые рога 2 — 5-го крестцовых сегментов спинного мозга регулируют деятельность органов малого таза (мочевого пузыря и прямой кишки). При наличии патологического процесса в этой области (кровоизлияние, опухоль, разрушение при травме и др.) у человека развивается недержание мочи и кала.

Отростки тел нейронов образуют связи друг с другом, с разными частями спинного и головного мозга, соответственно стремятся вверх и вниз. Эти нервные волокна, имеющие белый цвет, и составляют белое вещество на поперечном срезе. Они же и формируют канатики. В канатиках волокна распределяются в особой закономерности. В задних канатиках располагаются проводники от рецепторов мышц и суставов (суставно-мышечное чувство), от кожи (узнавание предмета на ощупь с закрытыми глазами, ощущение прикосновения), то есть информация идет в восходящем направлении. В боковых канатиках проходят волокна, несущие информацию о прикосновении, боли, температурной чувствительности в головной мозг, в мозжечок о положении тела в пространстве, мышечном тоне (восходящие проводники). Кроме того, боковые канатики содержат и нисходящие волокна, обеспечивающие движения тела, программируемые в головном мозге. В передних канатиках проходят как

нисходящие (двигательные), так и восходящие (ощущение давления на кожу, осязание) пути.

Волокна могут быть короткими, в таком случае они соединяют сегменты



и спинного мозга между собой, длинными, тогда они осуществляют связь с головным мозгом. В некоторых местах волокна могут совершать перекрест или просто переходить на противоположную сторону. Перекрест разных проводников происходит на разных уровнях (например, волокна, отвечающие за чувство боли и температурную чувствительность, перекрещиваются на 2-3 сегмента выше уровня вступления в спинной мозг, а волокна суставно-мышечного чувства идут неперекрещенными до самых верхних отделов спинного мозга). Результатом этого становится следующий факт: в левой половине спинного мозга проходят проводники от правых частей тела. Это касается не всех нервных волокон, но особенно характерно для чувствительных отростков. Изучение хода нервных волокон также необходимо для диагностики места поражения при заболевании.

### КРОВΟΣНАБЖЕНИЕ СПИННОГО МОЗГА

Питание спинного мозга обеспечивается кровеносными сосудами, идущими от позвоночных артерий и от аорты. Самые верхние шейные сегменты получают кровь из системы позвоночных артерий (как и часть головного мозга) по так называемым передней и задним спинальным артериям.



По ходу всего спинного мозга в переднюю и задние спинальные артерии впадают дополнительные сосуды,

несущие кровь от аорты, — корешково-спинальные артерии. Последние также бывают передние и задние. Количество подобных сосудов обусловлено индивидуальными особенностями. Обычно передних корешково-спинальных артерий около 6-8, они более крупные в диаметре (наиболее толстые подходят к шейному и поясничному утолщениям). Нижняя корешково-спинальная артерия (самая крупная) называется артерией Адамкевича. У некоторых людей имеется дополнительная корешково-спинальная артерия, идущая от крестцовых артерий, — артерия Демрож-Готтерона. Зона кровоснабжения передних корешково-спинальных артерий занимает следующие структуры: передние и боковые рога, основание бокового рога, центральные отделы переднего и бокового канатиков.

Задних корешково-спинальных артерий на порядок больше, чем передних, — от 15 до 20. Но они имеют меньший диаметр. Зоной их кровоснабжения является задняя треть спинного мозга в поперечном разрезе (задние канатики, основная часть заднего рога, часть боковых канатиков).

В системе корешково-спинальных артерий существуют анастомозы, то есть места соединения сосудов между собой. Это играет важную роль в питании спинного мозга. В случае, если какой-то сосуд перестает функционировать (например, тромб перекрыл просвет), то кровь поступает по анастомозу, и нейроны спинного мозга продолжают выполнять свои функции.

Вены спинного мозга сопровождают артерии. Венозная система спинного мозга имеет обширные связи с позвоночными венозными сплетениями, венами черепа. Кровь от спинного мозга по целой системе сосудов оттекает в верхнюю и нижнюю полые вены. В месте прохождения вен спинного мозга через твердую мозговую оболочку имеются клапаны, не позволяющие крови течь в обратном направлении.

## ФУНКЦИИ СПИННОГО МОЗГА

По существу у спинного мозга всего две функции:

- рефлекторная;
- проводниковая.

Рассмотрим

подробнее

каждую

из



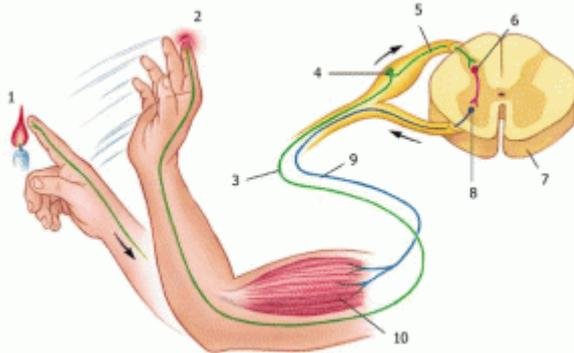
НИХ.

## РЕФЛЕКТОРНАЯ ФУНКЦИЯ СПИННОГО МОЗГА

Рефлекторная функция спинного мозга состоит в ответной реакции нервной системы на раздражение. Вы прикоснулись к горячему и невольно отдернули руку? Это рефлекс. Вам что-то попало в горло, и Вы закашлялись? Это тоже рефлекс. Многие наши повседневные действия основаны именно на рефлексах, которые осуществляются благодаря спинному мозгу.

Итак, рефлекс – это ответная реакция. Как же она воспроизводится?

Чтобы было понятнее, давайте в качестве примера возьмем реакцию отдергивания руки в ответ на прикосновение к горячему предмету (1). В коже кисти находятся рецепторы (2), воспринимающие тепло или холод. Когда человек прикасается к горячему, то от рецептора по периферическому нервному волокну (3) импульс (сигнализирующий о «горячем») стремится к спинному



мозгу.

У межпозвоночного отверстия располагается спинномозговой узел, в котором находится тело нейрона (4), по периферическому волокну которого пришел импульс. Далее по центральному волокну от тела нейрона (5) импульс входит в задние рога спинного мозга, где как бы «переключается» на другой нейрон (6). Отростки этого нейрона направляются к передним рогам (7). В передних рогах импульс переключается на двигательные нейроны (8), ответственные за работу мышц руки. Отростки двигательных нейронов (9) выходят из спинного мозга, проходят через межпозвоночное отверстие и в составе нерва направляются к мышцам руки (10). Импульс «о горячем» заставляет мышцы сократиться, и рука отдергивается от горячего предмета. Таким образом, образовалось рефлекторное кольцо (дуга), которое обеспечило ответное действие на раздражитель. При этом головной мозг совершенно не участвовал в процессе. Человек отдернул руку, не задумываясь об этом.

В каждой рефлекторной дуге есть обязательные звенья: афферентное звено (рецепторный нейрон с периферическим и центральным отростками), вставочное звено (нейрон, связывающий афферентное звено с нейроном-исполнителем) и эфферентное звено (нейрон, передающий импульс непосредственному исполнителю – органу, мышце).

На основе такой дуги и построена рефлекторная функция спинного мозга. Рефлексы бывают врожденные (которые можно определить с самого рождения) и приобретенные (образуются в процессе жизни при обучении), замыкаются они на различных уровнях. Например, коленный рефлекс замыкается на уровне 3-4-го поясничных сегментов. Проверяя его, врач убеждается в сохранности всех элементов рефлекторной дуги, в том числе и сегментов спинного мозга.

Для врача имеет значение проверка рефлекторной функции спинного мозга. Это делается при каждом неврологическом



осмотре. Чаще всего проверяются поверхностные рефлексы, которые вызываются прикосновением, штриховым раздражением, уколом кожи или слизистых оболочек, и глубокие, которые вызываются ударом неврологического молоточка. К поверхностным рефлексам, осуществляемым спинным мозгом, относят брюшные рефлексы (штриховое раздражение кожи живота в норме вызывает сокращение мышц живота на этой же стороне), подошвенный рефлекс (штриховое раздражение кожи наружного края подошвы по направлению от пятки к пальцам в норме вызывает сгибание пальцев стопы). К глубоким рефлексам относят сгибательно-локтевой, карпорадиальный, разгибательно-локтевой, коленный, ахиллов.

#### ПРОВОДНИКОВАЯ ФУНКЦИЯ СПИННОГО МОЗГА

Проводниковая функция спинного мозга заключается в передаче импульсов с периферии (от кожи, слизистых оболочек, внутренних органов) в центр (головной мозг) и наоборот. Проводники спинного мозга, составляющие его белое вещество, осуществляют передачу информации в восходящем и нисходящем направлении. В головной мозг подается импульс о воздействии извне, и у человека формируется определенное ощущение (например, Вы гладите кота, и у Вас возникает чувство чего-то мягкого и гладкого в руке). Без спинного мозга это невозможно. Доказательством этому служат случаи травм спинного мозга, когда связи между головным и спинным мозгом нарушаются (например, разрыв спинного мозга). Такие люди утрачивают чувствительность, прикосновения не формируют у них ощущения.

В головной мозг поступают импульсы не только о прикосновениях, но и о положении тела в пространстве, состоянии напряжения мышц, боли и так далее.

Нисходящие импульсы позволяют головному мозгу «руководить» телом. Таким образом, то, что задумал человек, осуществляется с помощью спинного мозга. Вы захотели догнать уезжающий автобус? Замысел немедленно реализуется – в движение приводятся нужные мышцы (причем Вы не задумываетесь, какие именно мышцы нужно сократить, а какие расслабить). Это осуществляет спинной мозг.

Конечно, реализация двигательных актов или формирование ощущения требуют сложной и хорошо скоординированной деятельности всех структур спинного мозга. На самом деле, нужно задействовать тысячи нейронов, чтобы получить результат.



Спинальный мозг является очень важной анатомической структурой. Его нормальное функционирование обеспечивает всю жизнедеятельность человека. Он служит промежуточным звеном между головным мозгом и различными частями тела, передавая информацию в виде импульсов в обоих направлениях. Знание особенностей строения и функционирования спинного мозга необходимо для диагностики заболеваний нервной системы.

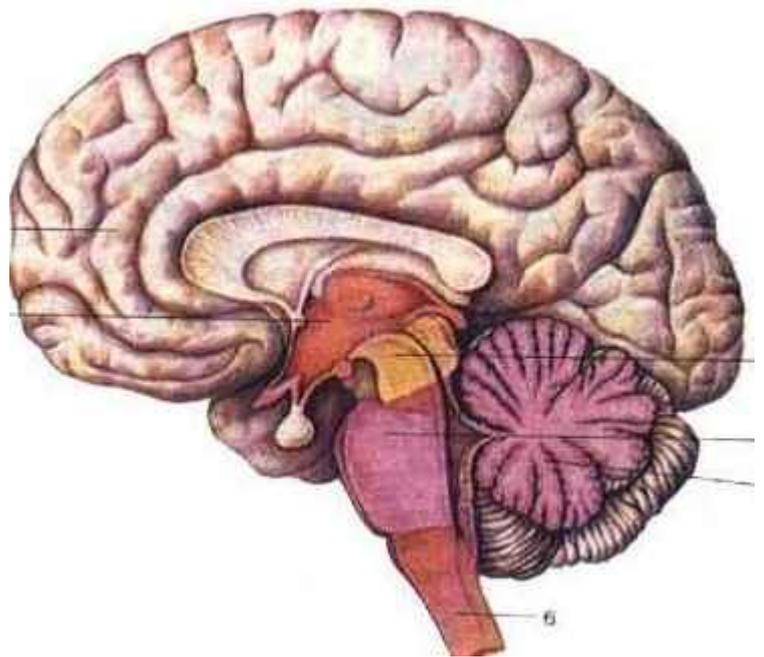
### **Строение головного мозга, значение и функции головного мозга**

Что такое головной мозг?

Головной мозг - часть центральной нервной системы; главный регулятор всех жизненных функций организма. В результате поражения головного мозга возникают тяжелые заболевания. В головном мозге содержится 25 миллиардов нейронов, составляющих серое вещество мозга. Головной мозг покрывают три оболочки - твердая, мягкая и находящаяся между ними паутинная, по каналам которой циркулирует спинномозговая жидкость (ликвор). Ликвор - своеобразный гидравлический амортизатор ударов. Мозг взрослого мужчины весит в среднем 1375 г; масса мозга женщины - 1245 г. Однако это не означает, что мозг мужчин лучше развит. Иногда вес мозга может достигать 1800 г.

Строение головного мозга

Головной мозг состоит из 5 основных отделов: конечного мозга, промежуточного, среднего, заднего и продолговатого мозга. Конечный мозг составляет 80% всей массы головного мозга. Он протянулся от лобной кости до затылочной. Конечный мозг состоит из двух полушарий, в которых много борозд и извилин. Он делится на несколько долей (лобную, теменную, височную и затылочную). Различают подкорку и кору больших полушарий. Подкорка состоит из подкорковых ядер, регулирующих различные функции организма. Головной мозг располагается в трех черепных ямках. Большие полушария занимают переднюю и среднюю ямки, а заднюю ямку - мозжечок, под которым расположен продолговатый мозг.



Функции головного мозга

Функции различных отделов головного мозга различны.

### **Конечный мозг**

В серой коре имеется около 10 миллиардов нейронов. Они составляют только 3-миллиметровый слой, однако их нервные волокна разветвлены подобно сети. Каждый нейрон может иметь до 10 000 контактов с другими нейронами. Часть нервных волокон через мозолистое тело большого головного мозга соединяет правое и левое полушария головного мозга. Нейроны составляют серое вещество головного мозга, а волокна - белое вещество. Внутри больших полушарий, между лобными долями и промежуточным мозгом, располагаются скопления серого вещества. Это базальные ганглии. Ганглии являются скоплениями нейронов, передающих информацию.

### **Промежуточный мозг**

Промежуточный мозг делится на вентральную (гипоталамус) и дорсальную (таламус, метаталамус, эпиталамус) части. Таламус является посредником, в котором сходятся все раздражения, полученные от внешнего мира и направляются к большим полушариям мозга таким образом, чтобы организм смог адекватно приспособиться к постоянно меняющейся среде. Гипоталамус является главным подкорковым центром регуляции вегетативных функций организма.

### **Средний мозг**

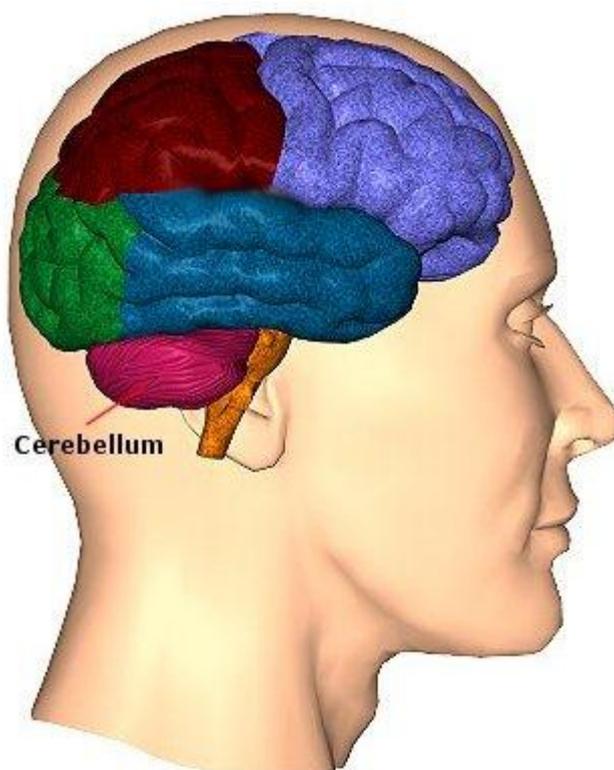
Средний мозг простирается от переднего края моста до зрительных трактов и сосочковых тел. Состоит из ножек **большого мозга** и четверохолмия. Через средний мозг проходят все восходящие пути к коре больших полушарий и мозжечку и нисходящие, несущие импульсы к продолговатому и спинному мозгу. Он важен для обработки нервных импульсов, поступающих от зрительных и слуховых рецепторов.

### **Мозжечок и мост**

**Мозжечок** расположен в затылочной части головного мозга позади продолговатого мозга и моста. Он состоит из двух полушарий и червя между ними. Поверхность мозжечка испещрена бороздами. Мозжечок участвует в координации сложных двигательных актов.

### **Желудочки головного мозга**

Боковые желудочки расположены в **полушариях переднего мозга**. Третий желудочек расположен между зрительными буграми и соединен посредством водопровода мозга с четвертым желудочком, который сообщается с субарахноидальным пространством и большой цистерной головного мозга. Ликвор, находящийся в



желудочках, циркулирует и в паутинной мозговой оболочке.

**Функции большого (конечного) мозга**

Благодаря работе **головного мозга**, человек может мыслить, чувствовать, слышать, видеть, осязать, двигаться. Большой (конечный) головной мозг управляет всеми жизненно важными процессами, происходящими в организме человека, а также является «вместилищем» всех наших интеллектуальных способностей. Из мира животных человека, прежде всего, выделяет развитая речь и способность к абстрактному мышлению, т.е. способность мыслить нравственными или логическими категориями. Только в человеческом сознании могут возникнуть различные идеи, напр., политические, философские, теологические, художественные, технические, творческие. Кроме того, головной мозг регулирует и координирует работу всех мышц человека (и тех, которыми человек может управлять усилиями воли, и тех, которые не зависят от воли человека, например, сердечная мышца). Мышцы получают из центральной нервной системы серию импульсов, на что мышцы отвечают сокращением определенной силы и длительности. Импульсы поступают в головной мозг из различных органов чувств, вызывая необходимые реакции, например, поворот головы в ту сторону, откуда слышится шум.

Левое полушарие головного мозга управляет правой половиной тела, а правое - левой. Два полушария дополняют друг друга.

Головной мозг напоминает грецкий орех, в нем выделяют три больших отдела - ствол, подкорковый отдел и кору больших полушарий. Общая поверхность коры головного мозга увеличивается за счет многочисленных борозд, которые делят всю поверхность полушария на выпуклые извилины и доли. Три главные борозды - центральная, боковая и теменно-затылочная - делят каждое полушарие на четыре доли: лобную, теменную, затылочную и височную. Отдельные области коры головного мозга имеют разное функциональное значение. В кору больших полушарий поступают импульсы от рецепторных образований. Каждому периферическому рецепторному аппарату в коре соответствует область, называемая корковым ядром анализатора. Анализатор - это анатомо-физиологическое образование, обеспечивающее восприятие и анализ информации о явлениях, происходящих в окружающей среде и (или) внутри организма человека, и формирующее специфические для определенного анализатора ощущения (напр., болевой, зрительный, слуховой анализатор). Области коры, где находятся корковые ядра анализаторов, называются сенсорными зонами коры больших полушарий. С сенсорными зонами взаимодействует моторная зона коры больших полушарий, при ее раздражении возникает движение. Это можно показать на простом примере: при приближении пламени свечи, болевые и тепловые рецепторы пальцев руки начинают посылать сигналы, тогда нейроны соответствующего анализатора идентифицируют эти сигналы как боль, вызванную ожогом, и мышцам «отдается приказ» отдернуть руку.

**Ассоциативные зоны**

Ассоциативные зоны - это функциональные зоны коры головного мозга. Они связывают поступающую сенсорную информацию с полученной ранее и хранящейся в памяти, а также сравнивают между собой информацию, получаемую от разных рецепторов. Сенсорные сигналы осмысливаются,

интерпретируются и, если это необходимо, передаются в связанную с ней двигательную зону. Таким образом, ассоциативные зоны участвуют в процессах мышления, запоминания и обучения.

### **Доли конечного мозга**

Конечный головной мозг делится на лобную, затылочную, височную и теменную доли. В лобной доле имеются зоны интеллекта, способности к концентрации внимания и моторные зоны; в височной - слуховые зоны; в теменной - зоны вкуса, осязания, пространственной ориентации; а в затылочной - зрительные зоны.

### **Зона речи**

Обширные повреждения левой височной доли, например, в результате серьезных травм головы и различных заболеваний, а также после инсульта, обычно сопровождаются сенсорными и моторными нарушениями речи.

Конечный мозг - это наиболее молодая и развитая часть головного мозга, которая обуславливает умение человека мыслить, чувствовать, говорить, анализировать, а также управляет всеми процессами, происходящими в организме. К функциям других частей головного мозга, прежде всего, относятся управление и передача импульсов. Определенные части головного мозга обеспечивают множество жизненно важных функций - они регулируют обмен гормонов, обмен веществ, рефлекс и др.

Для нормального **функционирования головного мозга** необходим кислород. Например, если при остановке сердца или травме сонной артерии нарушается мозговое кровообращение, то уже спустя несколько секунд человек теряет сознание, а по истечении 2 мин. начинают погибать клетки головного мозга.

### **Функции промежуточного мозга**

Зрительный бугор (таламус) и подбугорье (гипоталамус) являются частями промежуточного мозга. Импульсы от всех рецепторов организма поступают в ядра таламуса. Поступившая информация в таламусе перерабатывается и направляется к большим полушариям мозга. Таламус соединяется с мозжечком и т.н. лимбической системой. Гипоталамус регулирует вегетативные функции организма. Влияние гипоталамуса осуществляется через нервную систему и железы внутренней секреции. Гипоталамус также участвует в регуляции функций многих эндокринных желез и обмена веществ, а также в регуляции температуры тела и деятельности сердечно-сосудистой и пищеварительной систем.

### **Лимбическая система**

В формировании эмоционального поведения человека большую роль играет **лимбическая система**. К лимбической системе относят нервные образования головного мозга, расположенные на срединной стороне конечного мозга, около верхнего ствола мозга. Эта часть головного мозга еще не вполне изучена. Предполагается, что лимбическая система и управляемое ею подбугорье являются ответственными за множество наших чувств и желаний, например, под их воздействием возникают жажда и голод, страх, агрессивность, половое влечение.

### **Функции ствола головного мозга**

Ствол головного мозга - это филогенетически древняя часть мозга, состоящая из среднего, заднего и продолговатого мозга. В среднем мозге имеются первичные

зрительные и слуховые центры. С их участием осуществляются ориентировочные рефлексы на свет и звук. В продолговатом мозге расположены центры регуляции дыхания, сердечно-сосудистой деятельности, функций пищеварительных органов, а также обмена веществ. Продолговатый мозг принимает участие в осуществлении таких рефлекторных актов, как жевание, сосание, чихание, глотание, рвота.

### **Функции мозжечка**

Мозжечок контролирует движения тела. К мозжечку приходят импульсы от всех рецепторов, которые раздражаются во время движений тела. Функция мозжечка может нарушаться при принятии алкоголя или других веществ, вызывающих головокружение. Поэтому под действием опьянения люди не способны нормально координировать свои движения. В последние годы появляется все больше доказательств, что мозжечок имеет значение и в познавательной деятельности человека.

### **Черепно-мозговые нервы**

Помимо спинного мозга очень важны и двенадцать черепно-мозговых нервов: I и II пары -обонятельный и зрительный нервы; III, IV VI пары - глазодвигательные нервы; V пара -тройничный нерв - иннервирует жевательные мышцы; VII - лицевой нерв - иннервирует мимические мышцы, содержит также секреторные волокна к слезной и слюнным железам; VIII пара - преддверно-улитковый нерв - связывает органы слуха, равновесия и гравитации; IX пара - языкоглоточный нерв — иннервирует глотку, ее мышцы, околоушную железу, вкусовые почки языка; X пара - блуждающий нерв -разделяется на ряд ветвей, которые иннервируют легкие, сердце, кишечник, регулируют их функции; XI пара - добавочный нерв - иннервирует мышцы плечевого пояса. В результате слияния спинномозговых нервов образуется XII пара - подъязычный нерв - иннервирует мышцы языка и подъязычный аппарат.

Головной мозг состоит из пяти отделов: *продолговатого мозга, мозжечка, среднего, промежуточного мозга и переднего мозга.*

**Продолговатый мозг** является продолжением спинного мозга. В нем находятся ядра VIII—XII пар черепно-мозговых нервов. Здесь расположены жизненно важные центры регуляции дыхания, сердечно-сосудистой деятельности пищеварения, обмена веществ. Ядра продолговатого мозга принимают участие в осуществлении безусловных пищевых рефлексов (отделение пищеварительных соков, сосание, глотание), защитных рефлексов (рвота, чихание, кашель, моргание). Проводниковая функция продолговатого мозга заключается в передаче импульсов от спинного мозга в головной и в обратном направлении.

**Мозжечок** и варолиев мост образуют задний мозг. Через мост проходят нервные пути, связывающие передний и средний мозг с продолговатым и спинным. В мосту расположены ядра V—VIII пар черепно-мозговых нервов. Серое вещество мозжечка находится снаружи и образует кору слоем 1—2,5 мм. Мозжечок образован двумя полушариями, соединенными червем. Ядра мозжечка обеспечивают координацию сложных двигательных актов организма. Большие полушария головного мозга через мозжечок регулируют тонус скелетных мышц и координируют движения тела. Мозжечок принимает участие в регуляции некоторых вегетативных функций (состав крови, сосудистые рефлексы).

**Средний мозг** расположен между варолиевым мостом и промежуточным мозгом. Состоит из *четверохолмия* и *ножек мозга*. Через средний мозг проходят восходящие пути к коре больших полушарий и мозжечку и нисходящие пути к продолговатому и спинному мозгу (проводниковая функция). В среднем мозге находятся ядра III и IV пар черепно-мозговых нервов. С их участием осуществляются первичные ориентировочные рефлексы на свет и звук: движение глаз, поворот головы в сторону источника раздражения. Средний мозг также участвует в поддержании тонуса скелетных мышц.

**Промежуточный мозг** расположен над средним мозгом. Главные его отделы — *таламус* (зрительные бугры) и *гипоталамус* (подбугровая область). Через таламус к коре головного мозга проходят центостремительные импульсы от всех рецепторов организма (за исключением обонятельного). Информация получает в таламусе соответствующую эмоциональную окраску и передается в большие полушария мозга. Гипоталамус является главным подкорковым центром регуляции вегетативных функций организма, всех видов обмена веществ, температуры тела, постоянства внутренней среды (гомеостаза), деятельности эндокринной системы. В гипоталамусе расположены центры чувства насыщения, голода, жажды, удовольствия. Ядра гипоталамуса участвуют в регуляции чередования сна и бодрствования.

Передний мозг — самый крупный и развитый отдел головного мозга. Он представлен двумя полушариями — левым и правым, отделенными продольной щелью. Полушария соединены толстой горизонтальной пластинкой — *мозолистым телом*, которое образовано нервными волокнами, идущими поперечно из одного полушария в другое. Три борозды — центральная, теменно-затылочная и боковая — делят каждое полушарие на четыре доли: лобную, теменную, височную и затылочную. Снаружи полушария покрывает слой серого вещества — *коры*, внутри расположены *белое вещество* и *подкорковые ядра*. Подкорковые ядра — филогенетически древняя часть мозга, управляющая бессознательными автоматическими действиями (инстинктивное поведение).

Кора мозга имеет толщину 1,3—4,5 мм. Благодаря наличию складок, извилин и борозд общая площадь коры взрослому человеку составляет 2000—2500 см<sup>2</sup>. Кора состоит из 12—18 млрд нервных клеток, расположенных в шесть слоев.

Хотя кора больших полушарий функционирует как единое целое, функции отдельных ее участков неодинаковы. В *сенсорные (чувствительные) зоны* коры поступают импульсы от всех рецепторов организма. Так, зрительная зона коры расположена в затылочной доле, слуховая — в височной и т. д. В *ассоциативных зонах* коры осуществляется хранение, оценка, сопоставление поступающей информации с полученной ранее и т. п. Таким образом, в этой зоне происходят процессы запоминания, научения, мышления. Двигательные (моторные) зоны отвечают за сознательные движения. От них нервные импульсы поступают к поперечно-полосатой мускулатуре.

Белое вещество переднего мозга образовано нервными волокнами, связывающих между собой разные отделы мозга.

Таким образом, большие полушария головного мозга являются высшим отделом ЦНС, обеспечивающим наиболее высокий уровень приспособления организма к

меняющимся условиям внешней среды. Кора больших полушарий является материальной основой психической деятельности.

*Контрольные вопросы:*

- 1. Каково значение спинномозговой жидкости.*
- 2. Расположение и строение спинного мозга.*
- 3. Функции спинного мозга.*
- 4. Чем образованы спинномозговые нервы, их передние и задние корешки?*
- 5. Как осуществляются рефлекторная и проводниковая функции спинного мозга?*
- 6. Что образует белое вещество спинного мозга?*
- 7. Что образует серое вещество спинного мозга?*
- 8. Что является причиной повреждения спинного мозга?*
- 9. Какой из отделов головного мозга претерпел наибольшее изменение в процессе эволюции?*
- 10. Что такое кора и каково ее строение?*
- 11. Расположение белого и серого вещества в головном мозге?*
- 12. Как устроены межклеточные контакты в мозге?*
- 13. В чем заключается взаимосвязь строения и функций разных структур головного мозга?*

*Литература*

- 1. Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И., Гайворонский А.И. Анатомия и физиология человека. – М.: «Академия», 2011.*
- 2. Миловзорова М. С. Анатомия и физиология человека. М: Медицина, 1972.*
- 3. Федюкович Н.И. Анатомия и физиология человека. Ростов-на-Дону: «Феникс», 2009.*

## Тема 5: Дыхательная система. Функции системы дыхания.

План:

1. Определение дыхательной системы.
2. Функции дыхательной системы.
3. Функциональные части дыхательной системы.
4. Функциональная анатомия дыхательных путей.
  - ✓ Составные части дыхательных путей.
  - ✓ Функциональная анатомия носа.
  - ✓ Функциональная анатомия глотки.
  - ✓ Функциональная анатомия гортани.
  - ✓ Функциональная анатомия трахеи и бронхов.
5. Функциональная единица легких.
6. Структурно-функциональная единица легких.
7. Функциональная анатомия плевры.
8. Развитие дыхательной системы.
9. Аномалии развития дыхательной системы.

### Определение дыхательной системы

Дыхательная система - система органов, ответственная за газообмен между атмосферой и организмом. Этот газообмен называется *внешним дыханием*.

### Функции дыхательной системы

1. Внешнее дыхание.
2. Голособразование. Гортань, полость носа с придаточными пазухами, а также другие органы обеспечивают формирование голоса.
3. Обоняние. В полости носа имеются рецепторы органа обоняния.
4. Выделение. Некоторые вещества (продукты жизнедеятельности и т.п.) могут выделяться через дыхательную систему.
5. Защитная. Имеется значительное количество специфических и неспецифических иммунных образований.
6. Регуляция гемодинамики. Легкие при вдохе усиливают приток венозной крови к сердцу.
7. Депо крови.
8. Терморегуляция.

### Функциональные части дыхательной системы

Дыхательная система состоит из двух отличных друг от друга по функции частей:

1. Дыхательные пути - обеспечивают прохождение воздуха.
2. Дыхательные органы - это два легких, где осуществляется газообмен.

### Функциональная анатомия дыхательных путей (ДП)

Общий принцип строения ДП: орган в форме трубки, имеющей костный или хрящевой скелет, не позволяющий стенкам спадаться. В результате воздух свободно проникает в легкие и обратно. ДП имеют внутри слизистую оболочку, выстланную мерцательным эпителием и содержащую большое количество желез, образующих слизь. Это позволяет выполнять защитную функцию.

Дыхательные пути делятся на верхние ДП (полость носа, носовая и ротовая части глотки) и нижние ДП (гортань, трахея, бронхи).

### **Функциональная анатомия носа**

Верхние дыхательные пути начинаются с полости носа (ПН). ПН разделена на две половины перегородкой носа. У нее выделяют две части: переднюю - хрящевую, заднюю - костную. Слизистая оболочка в основном повторяет рельеф костной полости носа.

На латеральной стенке ПН различают три носовых раковины (верхнюю, среднюю и нижнюю), под каждой располагаются соответствующий носовой ход. В верхний носовой ход (самый короткий) открываются клиновидная пазуха и задние ячейки решетчатого лабиринта. В средний носовой ход (самый длинный) открываются верхнечелюстная и лобная пазухи, передние и средние ячейки решетчатого лабиринта. В нижний носовой ход (самый широкий) открывается носослезный проток.

Различают две функциональные части ПН: 1) *обонятельная область*: верхний носовой ход, верхняя носовая раковина и соответствующая им часть перегородки носа - место локализации обонятельных рецепторов; 2) *дыхательная область* - все остальное.

Функции полости носа (кроме того, что это дыхательный путь):

1. *Очищение* вдыхаемого воздуха: а) волосы преддверия носа задерживают крупные частицы грязи, б) слизь обволакивает более мелкие частички (до 40% пыли), в) мерцательный эпителий удаляет слизь и грязь из полости носа в носоглотку.
2. *Согревание* вдыхаемого воздуха происходит за счет сосудистого русла: стенки полости носа обильно кровоснабжаются, а в области нижней носовой раковины находятся пещеристые венозные сплетения.
3. *Увлажнение* вдыхаемого воздуха происходит за счет: а) слезы, поступающей через носослезный проток, б) слизи (до 500 мл/сут.).
4. *Обоняние* - распознавание запахов. У современного человека только за счет обонятельной области. У древнего человека обонятельные рецепторы находились во всей слизистой оболочке носа и в придаточных пазухах носа.
5. *Защитная функция* - микроорганизмы обезвреживаются слизью (содержит лизоцим) и удаляются вместе с частицами грязи, а также имеется лимфоидная ткань.
6. *Резонаторная функция* - ПН и придаточные пазухи обеспечивают резонанс голоса.

### **Функциональная анатомия глотки**

Глотка как орган состоит из трех частей: носовой, ротовой, гортанной. К ДП относятся носовая и ротовая части.

Функции глотки:

1. *Перекрест* пищеварительных и дыхательных путей.
2. *Защита*. Глоточное лимфо-эпителиальное кольцо (рассмотрено на лекции пищеварительной системе).

*Особенности строения, связанные с функцией:*

А) Проводит воздух: стенки не спадаются, носоглотка выстлана реснитчатым эпителием.

Б) Проводит пищу: на границах ротоглотки существуют приспособления - заслонки (мягкое небо, надгортанник), препятствующие попаданию пищи в дыхательные пути; ротоглотка выстлана многослойным плоским эпителием.

### **Функциональная анатомия гортани**

Гортань - первый орган нижних ДП. У взрослого человека находится в области шеи с IV по VI шейные позвонки. Ведущая функция - образование голоса. Скелет гортани образуют *хрящи*. Различают непарные: перстневидный, щитовидный и надгортанник - и парные: черпаловидные, клиновидные и рожковидные. Перстневидный - гиалиновый хрящ в форме перстня: передняя часть дуга, задняя - пластинка. Щитовидный хрящ - две пластинки соединяются под углом. У мужчин угол острый, у женщин и детей - тупой. Черпаловидные хрящи напоминают пирамиду и содержат два отростка: мышечный и голосовой. Между хрящами имеются соединения: непрерывные (связки и мембраны) и прерывные. Из непрерывных соединений наибольший интерес представляют голосовые связки: они соединяют голосовые отростки черпаловидных хрящей с углом щитовидного хряща. Эти связки ограничивают голосовую щель и от степени их натяжения зависят характеристики голоса человека. Суставы обеспечивают движения отдельных хрящей друг относительно друга, что ведет к изменению натяжения голосовых связок, и, следовательно, голоса. Различают перстне-щитовидный сустав (ось вращения фронтальная) и перстне-черпаловидный сустав (ось вращения вертикальная). Движения в суставах производят мышцы гортани. Они делятся на три группы:

1. Мышцы, расширяющие голосовую щель: задняя перстнечерпаловидная мышца.
2. Мышцы, суживающие голосовую щель: латеральная перстнечерпаловидная, щиточерпаловидная, поперечная черпаловидная и косая черпаловидная мышцы.
3. Мышцы, напрягающие голосовые связки: голосовая и щиточерпаловидная мышцы.

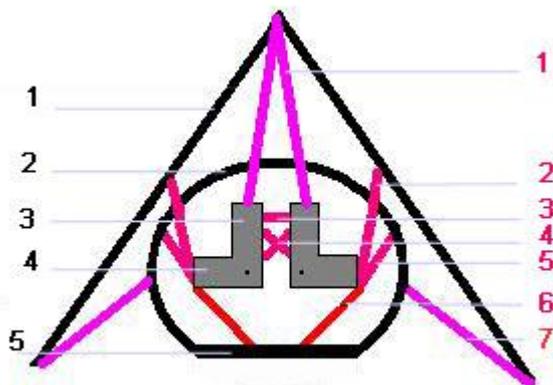


Рис. 1. Мышцы гортани. *Обозначения. Хрящи гортани:* 1 - щитовидный хрящ, 2 - дуга перстневидного хряща, 3 - голосовой отросток черпаловидного хряща, 4 - мышечный отросток черпаловидного хряща, 5 - пластинка перстневидного хряща. *Мышцы гортани:* 1 - голосовая мышца, 2 - щиточерпаловидная мышца, 3 - поперечная черпаловидная мышца, 4 - косая черпаловидная мышца, 5 -

латеральная перстнечерпаловидная мышца, 6 - задняя перстнечерпаловидная мышца, 7 - перстнещитовидная мышца.



Изнутри гортань покрыта слизистой оболочкой, которая повторяет контуры хрящей гортани и их соединений.

В полости гортани выделяют три отдела:

1) *Преддверие* гортани - от входа в гортань до щели преддверия. Щель преддверия ограничена складками преддверия.

2) *Межжелудочковый отдел* - пространство между щелями преддверия и голосовой щелью.

3) *Подголосовая полость* - от голосовой щели до начала трахеи. Между складками преддверия и голосовыми складками располагаются углубления - *желудочки гортани* (принимают участие в обеспечении резонанса голоса). *Голосовая щель* ограничена голосовыми складками - слизистой оболочкой гортани, покрывающей голосовые складки. Это самая узкая часть полости гортани. У щели различают две части: межперепончатую (передняя, большая, между голосовыми связками) и межхрящевая (задняя, меньшая, между черпаловидными хрящами).

### **Функциональная анатомия трахеи и бронхов**

Трахея и бронхи имеют общий план строения. Это полая трубка, имеющая три оболочки: внутреннюю - слизистую, выстланную реснитчатым эпителием, среднюю - волокнисто-мышечно-хрящевую, основу которой составляют хрящевые кольца (полукольца, пластины), наружную - адвентициальную, образованную рыхлой соединительной тканью. Трахея, непарный орган, располагается с VI шейного по IV (V) грудные позвонки. Различают шейную и грудную части. Основу составляют 16-20 гиалиновых хрящевых полуколец, не замкнутых сзади. Трахея делится на два *главных бронха* (бронха первого порядка) - *бифуркация* трахеи, по одному для каждого легкого.

Отличия главных бронхов

Признак	Правый главный бронх	Левый главный бронх
1. Угол по отношению к вертикальной оси.	10-15 градусов	65-80 градусов
2. Длина.	Короче (3 см)	Длиннее (4-5 см)
3. Диаметр.	Больше	Меньше
4. Количество хрящевых полуколец.	6-8	9-12
5. Топография (над бронхом расположена).	Непарная вена	Дуга аорты
6. Ветвление (количество долевых бронхов).	3	2

Такое строение главных бронхов приводит к тому, что инородные тела чаще попадают в правый главный бронх. Главные бронхи вступают в ворота легкого вместе с одной легочной артерией и двумя легочными венами. Их совокупность называется *корень легкого*. Расположение элементов корня легкого неодинакова справа и слева (сверху вниз):

Ворота правого легкого

Б (главный бронх)

А (легочная артерия)

В (легочные вены)

Ворота левого легкого

А (легочная артерия)

Б (главный бронх)

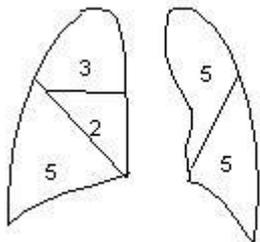
В (легочные вены)

Главные бронхи делятся на *долевые* бронхи (бронхи второго порядка): справа - 3, слева - 2. Долевые бронхи делятся на *сегментарные* бронхи (третьего порядка). Далее каждый бронх дихотомически делится на бронхи следующего порядка: *субсегментарные* и т.п., *дольковые* и *внутридольковые*. По мере уменьшения диаметра меняется форма хряща от кольцевой к пластинчатой и уменьшается количество желез. Совокупность всех бронхов, начиная с главного, по которым осуществляется проведение воздуха, называется *бронхиальное дерево*.

Внутридольковые бронхи распадаются на различное число *концевых (терминальных) бронхиол*. Они имеют диаметр 0,5 мм и не содержат хрящевых пластинок, поэтому их просвет может закрываться при сокращении гладкой мускулатуры.

### Функциональная анатомия легких

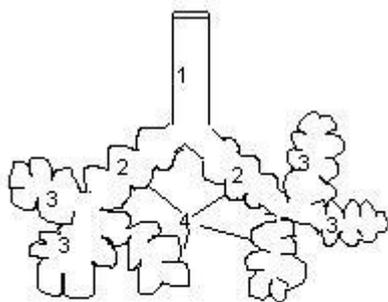
Легких у человека два. Они асимметричны: правое по сравнению с левым шире и короче, его объем больше на 10%. Ведущей функцией легких является газообмен между кровью и воздухом. Легкое является паренхиматозным органом, имеет закономерности строения, характерные для этих органов.



Каждое легкое соответственно делению главных бронхов на долевые разделено на доли: правое на три, левое на две. Доли отделяются друг от друга глубокими щелями: нижняя доля обоих легких - *косой щелью*, средняя от верхней у правого легкого - *горизонтальной щелью*. Доли делятся на сегменты. Сегмент - структурная единица легкого, соответствующая одному сегментарному бронху и сегментарной легочной артерии. Каждое легкое имеет по 10 сегментов (Рис. 3). У детей сегменты отделены друг от друга толстыми прослойками соединительной ткани. С возрастом они уменьшаются, особенно в нижних долях. Сегменты делятся на субсегменты и т.д. вплоть до легочной дольки. В одном сегменте различают до 80 долек.

### Структурно-функциональная единица легких

Функциональной единицей легкого является *ацинус* - система разветвления одной концевой (терминальной) бронхиолы. Она делится на 14-16 дыхательных бронхиол, образующих до 1500 альвеолярных ходов, несущих на себе до 20000 альвеол. Альвеолы разделены межальвеолярными перегородками, содержащими густую сеть кровеносных капилляров, соединительнотканнные клетки и волокна. Функция ацинуса - обмен газами между воздухом



1. Конечная (терминальная) бронхиола
2. Дыхательная бронхиола
3. Альвеолярные ходы
4. Альвеолы

и кровью. В связи с этим у легкого имеются особенности кровоснабжения: функционирует два самостоятельных круга кровообращения: малый (система легочных артерий) - проводящий газообмен, большой (система бронхиальных артерий) - питающий ткани бронхов и легких.

Совокупность всех ацинусов легкого называется *альвеолярное дерево*. Оно осуществляет газообмен.

#### Функциональная анатомия плевры

Легкие являются подвижным внутренним органом, поэтому они имеют специальную серозную оболочку - плевру. Существует два плевральных мешка: для правого и левого легких. Они оба герметично замкнуты и имеют по два листка: 1) висцеральный - прочно срастается с легким, проникает в щели между долями; 2) париетальный - срастается со стенками грудной клетки, диафрагмой и средостением. По расположению у париетальной плевры различают части: реберную, медиастинальную и диафрагмальную. Висцеральный и париетальный листки переходят друг в друга в области ворот легкого, где образуют *легочную связку*. В этом месте легкое плеврой не покрыто. Между висцеральным и париетальным листками находится узкое щелевидное пространство - *полость плевры*. Оно содержит небольшое количество плевральной жидкости, облегчающей скольжение двух листков друг относительно друга. Части полости плевры, расположенные у места перехода одной части париетальной плевры в другую и куда при спокойном дыхании легкое не заходит, называются *плевральными синусами*. Различают реберно-диафрагмальный (самый глубокий), диафрагмально-медиастинальный и реберно-медиастинальный синусы.

#### Развитие дыхательной системы

Развитие верхних дыхательных путей тесно связано с развитием костей черепа и начального отдела пищеварительной системы, о чем уже говорилось на предыдущих лекциях. Нижние дыхательные пути и легкие в онтогенезе у человека имеет два источника развития: энтодерма (эпителий дыхательной системы) и мезенхима (соединительная ткань, мышцы и хрящи).

1. *Закладка* дыхательных путей происходит на 3-й неделе внутриутробного развития в виде мешковидного выпячивания вентральной стенки переднего отдела первичной кишки.
2. Выпячивание растет вперед и вниз и принимает форму трубки (*гортанно-трахеальный вырост*). Верхний конец трубки сообщается с первичной кишкой (место закладки глотки).
3. На 4-й неделе дистальный конец выроста делится на два асимметричных выпячивания - *закладка легких*.
4. На 5-й неделе - закладка долевых бронхов.
5. 2 - 4-й месяцы - формирование бронхиального дерева.
6. 4 - 6-й месяцы - формирование бронхиол.
7. 6 - 9-й месяцы - формирование альвеолярных ходов и альвеол.

Из проксимального конца гортанно-трахеального выроста образуется эпителий гортани. Хрящи гортани формируются из 2 - 3 жаберных дуг. Из средней части гортанно-трахеального выроста формируется эпителий трахеи. На 8 - 9-й неделях внутриутробного развития формируются хрящи и мышцы трахеи.

Плевра образуется из мезодермы: висцеральный листок мезодермы - *спланхноплевра* - образует висцеральную плевру, а *соматоплевра* дает начало париетальной плевре.

В постнатальном онтогенезе продолжается рост бронхиального и альвеолярного дерева, увеличивается порядок ветвления бронхов (до 23 у взрослого человека).

#### Аномалии развития дыхательной системы

Аномалии развития легких и нижних дыхательных путей можно разделить на несколько групп (классификация пороков легких ВНИИ пульмонологии МЗ СССР):

#### **1. Пороки, связанные с недоразвитием органа в целом или его анатомических, структурных, тканевых элементов:**

1.1. *Агенезия* легкого - легкое и главный бронх отсутствуют.

1.2. *Аплазия* легкого - существует лишь слепо заканчивающийся главный бронх.

1.3. *Гипоплазия легкого простая* - относительно равномерное недоразвитие органа.

1.4. *Гипоплазия легкого кистозная (поликистоз)* - наиболее частая аномалия, имеющая важное клиническое значение - недоразвитие легкого с формированием множественных кистоподобных расширений бронхов.

1.5. *Трахеобронхомегалия (синдром Мунье-Куна)* - резко выраженное расширение трахеи и крупных бронхов.

1.6. *Синдром Вильямса-Кемпбелла* - врожденная гипоплазия или аплазия хрящей сегментарных бронхов и их ветвей, ведущая к генерализованной бронхоэктазии.

1.7. *Врожденная долевая эмфизема* - резкое увеличение объема одной из долей вследствие эмфизематозных изменений и ее вздутия.

1.8. *Врожденная односторонняя эмфизема (синдром Маклеода)* - развитие прогрессирующей эмфиземы в одном из легких.

#### **2. Пороки, связанные с наличием избыточных (добавочных) дизэмбриогенетических формирований:**

2.1. *Добавочное легкое (доля)* с обычным кровоснабжением.

2.2. *Внедолевая секвестрация* - существует добавочное легкое (доля) с аномальным кровоснабжением (чаще только большой круг кровообращения).

2.3. *Киста легкого* - полость внутрилегкого бронхогенного происхождения, заполненная воздухом или жидкостью.

2.4. *Внутридолевая секвестрация* - киста легкого с аномальным кровоснабжением, не сообщается с просветом бронха и содержит жидкость.

2.5. *Гамартома* - эмбриональная опухоль, содержащая избыток хряща.

#### **3. Необычное расположение анатомических структур легкого:**

3.1. *«Зеркальное» легкое* - два симметричных легких.

3.2. *Обратное расположение легких* - справа имеется две доли, а слева - три.

3.3. *Трахеальный бронх* - отхождение крупного бронха от трахеи выше бифуркации.

3.4. *Доля непарной вены* - часть верхней доли отделена веной и глубоко вдается в средостение.

3.5. *Прочие.*

#### **4. Локализованные нарушения строения трахеи и бронхов:**

4.1. *Стенозы трахеи и бронхов.*

- 4.2. Дивертикулы трахеи и бронхов.  
4.3. Трахео- и бронхопищеводные свищи.  
4.4. Сочетание перечисленных аномалий.  
5. Аномалии кровеносных и лимфатических сосудов легких.

*Контрольные вопросы:*

1. Дыхание живых организмов.
2. Что является главным органом дыхания человека?
3. Почему без воздуха, без дыхания человек жить не может?
4. Как работает система, доставляющая кислород, необходимый для получения энергии?
5. Что такое бронхиальное дерево?
6. Чем образована трахея?
7. Какой физиологический процесс происходит в легких? В чем его сущность?
8. Какие особенности строения легких связаны с выполняемыми функциями?
9. Как осуществляется газообмен в тканях?
10. Что общего и в чем различие газообмена в легких и тканях?
11. Какую роль играют грудная клетка и диафрагма в осуществлении вдоха и выдоха?
12. В каком направлении изменяется объем грудной клетки при движении диафрагмы?
13. Где находится дыхательный центр?
14. Почему вдох ритмически сменяет выдох?
15. Как осуществляется регуляция функций организма?
16. Откуда и какая информация поступает в дыхательный центр?
17. Можно ли сознательно изменить глубину и скорость дыхания?
18. Как устроена носовая полость?
19. Каким образом совершаются дыхательные движения?
20. Какие процессы происходят в легочных альвеолах?

*Литература*

1. Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И., Гайворонский А.И. Анатомия и физиология человека. – М.: «Академия», 2011.
2. Миловзорова М. С. Анатомия и физиология человека. М: Медицина, 1972.
3. Федюкович Н.И. Анатомия и физиология человека. Ростов-на-Дону: «Феникс», 2009.

## **Тема 6: Учение И.П. Павлова о высшей нервной деятельности. Безусловные и условные рефлексы. Механизм образования условных рефлексов. Условные рефлексы I, II рода, высших порядков.**

*План:*

- 1. Принцип детерминизма, или причинной обусловленности, высшей нервной деятельности.*
- 2. Принцип анализа и синтеза высшей нервной деятельности.*
- 3. Принцип системности высшей нервной деятельности.*
- 4. Принцип структурности высшей нервной деятельности.*
- 5. Понятие рефлекса.*
- 6. Классификация безусловных рефлексов.*
- 7. Условные (приобретенные) рефлексы.*
- 8. Сравнение условных и безусловных рефлексов.*
- 9. Механизм образования условных рефлексов.*
- 10. Классификация условных рефлексов.*
- 11. Сенсорные условные реакции.*
- 12. Оперантные условные рефлексы.*
- 13. Инструментальные условные рефлексы.*
- 14. Натуральные условные рефлексы.*
- 15. Искусственные условные рефлексы.*

Первостепенное значение для психологии имеют основные принципы, лежащие в основе учения И. П. Павлова о высшей нервной деятельности. Принципы эти следующие.

**Принцип детерминизма, или причинной обусловленности, высшей нервной деятельности.** И. П. Павлов рассматривал животный организм не как замкнутый в самом себе и внутри себя находящийся все необходимое для его жизнедеятельности, а в единстве с окружающей этот организм средой. Эта среда — необходимое условие существования организма: она закономерно определяет всю деятельность организма во всей ее сложности и многообразии. Деятельность организма строго закономерна. Эта закономерность обуславливается очень точным приспособлением организма к внешнему миру. Без такого приспособления животное перестало бы существовать.

«Если бы животное вместо того, чтобы направляться к еде, отстранялось от нее, вместо того, чтобы бежать от огня, кидалось в огонь и т. д. и т. д., оно было бы так или иначе разрушено. Оно так должно реагировать на внешний мир, чтобы всей ответной деятельностью его было обеспечено его существование» (И. П. Павлов).

И. П. Павлов показал, что механизмом такого приспособления являются рефлексы. Принцип рефлекторной деятельности он распространил на самые высшие формы приспособления организма к внешней среде, в том числе и на высшую нервную деятельность. Его учение об условных рефлексах доказало, что все, в том числе и самые высшие, формы психической деятельности являются не спонтанными (возникающими и существующими сами по себе, независимо от

других явлений), а причинно обусловленными, представляют собой не что иное, как сложнейшие условные рефлексy.

Применение учения И. П. Павлова к изучению психических явлений показывает, что условнорефлекторную природу имеют так называемые произвольные действия человека, что механизм условных рефлексов лежит в основе таких психических процессов, как память и внимание, что и высшая форма человеческой психики — мышление — представляет собой сложные цепи условных рефлексов, которые образуются во второй сигнальной системе.

**Принцип анализа и синтеза.** Приспособление организма к окружающей среде возможно только в результате точного разложения и выделения нервной системой животного воздействующих на нее сложных раздражений. И. П. Павлов показал, что «усложнение связи животного организма с окружающим миром, все более разнообразное и более точное приспособление к внешним обстоятельствам, более совершенное уравнивание организмов внешней среды идет параллельно и неразрывно с этой все прогрессирующей анализаторной деятельностью нервной системы». В основе ощущений и восприятий лежит, таким образом, сложная и специфическая деятельность анализаторов.

Кору головного мозга И. П. Павлов представлял себе как сложнейшую систему анализаторов, помогающую разлагать внешние воздействия на тончайшие элементы, без чего было бы невозможно дифференцированное приспособление организма к среде.

Однако в коре головного мозга осуществляется не только анализ, но и синтез внешних раздражений. Условные рефлексy в равной степени основаны как на анализе, так и на синтезе. Образование условного рефлекса «прежде всего есть акт синтеза».

Учение И. П. Павлова об анализирующей и синтезирующей деятельности коры больших полушарий головного мозга является основой для правильного материалистического понимания механизмов различных видов умственной деятельности человека.

**Принцип системности.** И. П. Павлов рассматривал кору больших полушарий головного мозга не только как сложнейшую «мозаику», состоящую из бесчисленной массы отдельных нервных пунктов с различной физиологической ролью, но и как определенную систему, в которой постоянно совершаются процессы объединения деятельности этих различных пунктов. Благодаря системности в деятельности коры животный организм представляет собой не механическую сумму многочисленных анализаторных приборов, а целую структуру. Всякое новое местное воздействие внешней среды на эту систему дает себя знать во всей системе и вызывает в огромном большинстве случаев не местную, а общую реакцию всего организма.

Образуемые в течение жизни животного условнорефлекторные временные связи благодаря системности являются не разобщенными, а всегда связанными в той или другой степени со всеми другими рефлексами.

И. П. Павлов показал и механизм осуществления этой системности в коре больших полушарий головного мозга в виде образования более или менее сложных динамических стереотипов нервной деятельности.

**Принцип структурности.** И. П. Павлов показал, что высшая нервная деятельность в определенной степени обусловлена структурой мозга. Процессы высшей нервной деятельности в коре больших полушарий головного мозга не только зависят от характерных их особенностей внешних раздражений, но и обусловлены строением мозга. По словам И. П. Павлова, мозг работает по принципу структуры, «т. е. расположения действий силы в пространстве, приурочения динамики к структуре».

Учение И. П. Павлова об обусловленности процессов высшей нервной деятельности структурой мозга кладет конец попыткам отрывать психику от мозга, рассматривать ее как какую-то «неуловимую силу», парящую над нервной системой, способную проявляться в организмах независимо от особенностей строения их нервной системы.

Принцип структурности ставит перед психологией задачу при изучении психических процессов соотносить их с особенностями строения мозга и с обусловленными этим строением процессами высшей нервной деятельности.

Учение И. П. Павлова о законах высшей нервной деятельности является диалектическим в своей сущности. И. П. Павлов понимал совершающиеся в мозге процессы в их развитии, становлении, взаимосвязях, в их внутренней противоречивости. Им раскрыты эти процессы как совершающиеся всегда на основе борьбы противоположностей. Процессы возбуждения в коре головного мозга всегда развиваются одновременно и в связи с противоположными им процессами торможения. Процессы возбуждения и торможения постоянно переходят один в другой. Анализирующая деятельность коры всегда связана с синтезирующей, одна невозможна без другой. Иррадиация нервных процессов в коре головного мозга сопровождается процессами концентрации нервного возбуждения или торможения и т. д.

Диалектико-материалистический подход И. П. Павлова к пониманию сущности процессов высшей нервной деятельности помогает психологии в изучении психической деятельности человека, как подчиненной законам материалистической диалектики.

**Рефлекс** — реакция организма на раздражитель с участием нервной системы.

**Безусловные рефлекс (врожденные рефлекс)** — постоянные врожденные реакции организма на определенные изменения окружающей среды, осуществляемые при участии нервной системы и не требующие специальных условий для своего возникновения.

Термин ввел И. П. Павлов.

#### КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЗУСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ

*по степени сложности:*

- простые (отдергивание руки от горячего);
- сложные (поддержание гомеостаза при повышении концентрации углекислого газа в крови путем учащения дыхания);

*по виду реакции:*

- пищевые (слюноотделительный рефлекс);
- половые (половая охота, эрекция);
- оборонительные (защита руками головы при надвигающемся ударе);

- ориентировочно-исследовательские (поворачивание головы на громкий звук);

*по отношению животного к раздражителю:*

- биологически положительные (поиск пищи по запаху);
- биологически отрицательные (убегание от источника шума).

Большинство безусловных рефлексов могут возникать без участия коры больших полушарий и подкорковых ядер. Однако, деятельность центров безусловных рефлексов (например, слюноотделительного и дыхательного центров в продолговатом мозге) находится под контролем коры больших полушарий.

Простейшие дуги безусловных рефлексах замыкаются в спинном мозге, реже — в подкорковых ганглиях.

Дуги безусловных рефлексов формируются к моменту рождения и сохраняются в течение всей жизни. Многие безусловные рефлексы проявляются лишь в определенном возрасте; так, свойственный новорожденным хватательный рефлекс угасает в возрасте 3 — 4 месяцев, а сосательный рефлекс — к 4 годам.

### ОРИЕНТИРОВОЧНЫЙ РЕФЛЕКС

**Условные (приобретенные) рефлексы** — реакции организма на определенные изменения окружающей среды, приобретенные в течение жизни. Биологический смысл условного рефлекса состоит в том, чтобы перевести нейтральные внешние раздражители в значимые сигналы, подстраивающие поведение организма под конкретную ситуацию.

Для возникновения условного рефлекса необходимо многократное совпадение во времени условного и безусловного раздражителя, причем условный раздражитель должен предшествовать безусловному. Например, человек видит лимон (условный раздражитель), затем человек ощущает кислый вкус (безусловный раздражитель), и у него усиливается слюноотделение. При многократном повторении сочетания лимона, вкуса и слюноотделения появляется временная связь между очагом возбуждения в зрительном центре на лимон и центром слюноотделения.

Первая стадия формирования любого условного рефлекса сводится к безусловному ориентировочному рефлексу.

Условные рефлексы:

- **натуральные (естественные) рефлексы:** вырабатываются на естественные свойства безусловных раздражителей (например, запах или вид пищи), не нуждаются в постоянном подкреплении;
- **искусственные рефлексы:** на безразличные искусственные сочетания раздражителей (например, звонок и принятие пищи), нуждаются в постоянном подкреплении.

Условные рефлексы:

- **положительные рефлексы** — условные рефлексы, в динамике которых проявляется активность организма в виде двигательных или секреторных реакций;
- **отрицательные (тормозные) рефлексы** — условные рефлексы, связанные с угнетением двигательных или секреторных реакций (например, при условном раздражителе в виде команды «Смирно!» вызывается деятельность мышц,

обуславливающих стояние в определенном положении и торможение других условных двигательных реакций, которые осуществлялись до этой команды (ходьба, бег и т.п.).

В процессе приспособления организма к изменяющимся условиям среды оба вида рефлексов тесно взаимосвязаны, так как проявление одного вида деятельности сочетается с угнетением других видов. Например, при оборонительных двигательных условных рефлексах тормозятся условные пищевые реакции.

### ДИСЦИПЛИНИРОВАННОСТЬ

#### Сравнение безусловных и условных рефлексов

Безусловные рефлексы	Условные рефлексы
врожденные	формируются в течение жизни
видовые (у всех особей данного вида)	индивидуальные
имеют постоянные рефлекторные дуги (сохраняются в течение всей жизни), но сами могут проявляться только в определенный период жизни (например, хватательный рефлекс новорожденных)	имеют временные рефлекторные дуги (в течение жизни могут изменяться)
рефлекторные дуги замыкаются в спинном мозге или низших отделах головного мозга	временные рефлекторные дуги образуются в коре и подкорковых ядрах больших полушарий
являются базой для формирования условных рефлексов	формируются на базе безусловных рефлексов; без подкрепления со временем угасают
способствуют сохранению жизни	имеют адаптивное значение

#### Механизм образования условных рефлексов

Условно-рефлекторный механизм лежит в основе формирования любого приобретенного навыка, в основе процесса обучения.

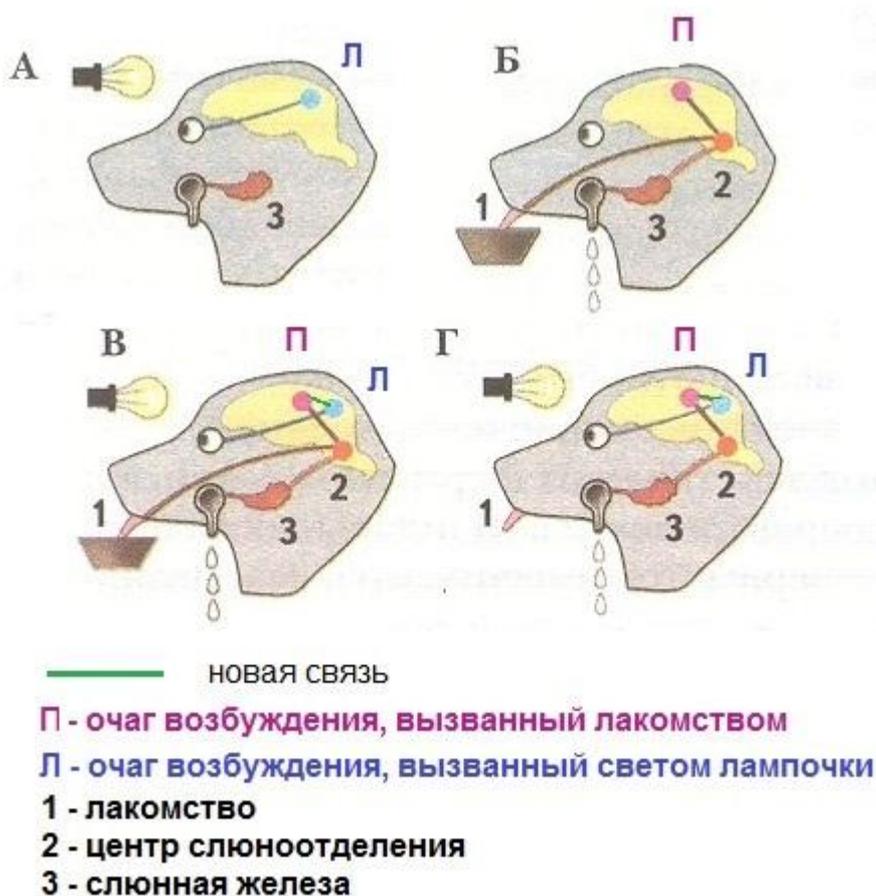
Механизм развития условных рефлексов строится на образовании новых связей между вставочными (ассоциативными) нейронами коры и подкорковых ядер больших полушарий головного мозга.

Смысл развития условного рефлекса сводится к превращению незначимого сигнала в значимый сигнал путем многократного сочетания его появления со значимым безусловным стимулом (пищей, наказанием и т.п.).

Работу любого органа можно изменить с помощью условного рефлекса.

Физиологический механизм, лежащий в основе условного рефлекса:

1. Появление очага возбуждения в коре больших полушарий, вызванного более слабым условным стимулом (включение лампочки — А).
2. Появление очага возбуждения, связанного с сильным безусловным стимулом (получение лакомства — Б).
3. После нескольких повторений сочетания условного и безусловного сигналов (В) возникает временная связь между двумя очагами возбуждения (Г): от очага, вызванного условным стимулом, к очагу, вызванному безусловным стимулом.
4. В результате действие только условного стимула теперь приводит к реакции, вызываемой ранее безусловным стимулом.



Для образования условного рефлекса необходимо соблюдение следующих правил:

- раздражитель, будущий условный (сигнальный), должен иметь достаточную силу для возбуждения определенных рецепторов;
- условный раздражитель должен несколько предшествовать, либо предъявляться одновременно с безусловным стимулом;
- условный раздражитель должен быть слабее безусловного;
- отсутствие сильных посторонних раздражителей;
- отсутствие значительных патологических процессов в организме.

При соблюдении указанных условий практически на любой стимул можно выработать условный рефлекс.

Все условные рефлексы были разделены на *классические и инструментальные*. Это два вида поведенческих реакций, которые описывают как условнорефлекторное поведение и оперантное поведение (Б. Скиннер) или *классическое и инструментальное* обусловливание (Э.Р. Хилгард), или *условные рефлексы. I и II типов* (Ю. Конорский).

Каждый рефлекс содержит *афферентные* (сенсорные) и *эфферентные* (исполнительные) компоненты (звенья). В одних случаях формирование новых условных рефлексов относится к образованию только новых сенсорных компонентов, в других же — к образованию и эфферентных, т. е. исполнительных, компонентов рефлекса. Вследствие этого условные рефлексы могут быть двух видов — *сенсорные* и *оперантные* (эффекторные).

В *сенсорных условных реакциях* (названных Ю. Конорским условными рефлексами 1-го рода) ответные акты являются или унаследованными (пищевыми, оборонительными, ориентировочными, половыми и другими безусловными рефлексами), или ранее хорошо закрепленными условными рефлексами (условные рефлексы высших порядков). Следовательно, они характеризуются формированием только афферентной части рефлекса, при которой индифферентный раздражитель превращается в активный. Ответная же реакция на условный раздражитель остается той же, что и при безусловном или ранее хорошо выработанном условном раздражителе.

Условные рефлексы этого рода не всегда могут в достаточной мере изменить взаимоотношения организма с окружающей средой и полноценно обеспечить адекватное приспособление, так как при этом не организуются новые формы самих ответных реакций. Более адекватное приспособление обеспечивается тем, что животные и человек способны кардинально изменять характер своих эфферентных реакций при взаимоотношениях с окружающей средой.

*Оперантные условные рефлексы* (по классификации Ю. Конорского, рефлексы 2-го рода) характеризуются новой (не унаследованной от предков или не имевшейся в ранее индивидуально приобретенном фонде) формой ответной реакции. Эти рефлексы называются также «инструментальными», так как при их осуществлении используются разные предметы (инструменты). Например, животное конечностью открывает задвижку на дверце и достает находящуюся за ней пищу. Поскольку при формировании таких рефлексов создается сложный комплекс вновь образованных движений, эти рефлексы называют также «манипуляционными».

При формировании оперантных условных реакций важнейшая роль принадлежит обратной связи между клетками в нервных центрах безусловных или ранее хорошо выработанных условных рефлексов и клетками центров двигательного анализатора. Этому способствует высокий уровень возбудимости двигательных центров, обусловленный потоком афферентных импульсов от проприорецепторов сокращающихся мышц.

Оперантные условные рефлексы составляют основу двигательных навыков. Закреплению их способствуют обратные связи, осуществляемые через проприорецепторы мышц, выполняющих движение, и через рецепторы ряда

других анализаторов. Благодаря этой афферентации центральная нервная система сигнализирует о результатах выполнения движения.

В *инструментальных условных рефлексах* значительную роль выполняет внутренняя активность животного. Инструментальные рефлексы — это рефлексы, в которых непременным условием является осуществление тех или иных двигательных реакций (как для получения вознаграждения, так и для избавления от болевого стимула), где движение всегда имеет сигнальное значение. Из определений следует, что инструментальный рефлекс характеризуется активным поведением животного, направленным на получение биологически полезного результата. Этот полезный результат и является подкреплением в инструментальных рефлексах.

*Классификация условных рефлексов.*

Часто условные рефлексы обозначают по названию безусловных рефлексов, на основе которых они выработаны: пищевой, оборонительный, ориентировочный и т. п.

Условные рефлексы, образующиеся на действие сигналов, характеризующих постоянные свойства безусловных раздражителей (например, запах или вид пищи), называются *натуральными условными рефлексами*.

Натуральные условные рефлексы характеризуются быстрой выработкой и большой стойкостью. Они могут удерживаться всю жизнь при отсутствии последующих подкреплений. Это объясняется тем, что натуральные условные рефлексы имеют большое биологическое значение, особенно на ранних этапах приспособления организма к окружающей среде. Именно свойства самого безусловного раздражителя (например, вид и запах пищи) являются теми первыми сигналами, которые действуют на организм после рождения.

Но условные рефлексы можно выработать также на различные индифферентные сигналы (свет, звук, запах, изменения температуры и др.), не обладающие в естественных условиях свойствами раздражителя, вызывающего безусловный рефлекс. Такого рода реакции, в отличие от натуральных, называются *искусственными условными рефлексами*.

По *афферентному звену рефлекторной дуги*, в частности по рецепторному признаку, выделяют три группы условных рефлексов: экстероцептивные, проприоцептивные и интероцептивные.

Среди экстероцептивных условных рефлексов в соответствии с модальностью условного раздражителя выделяют зрительные, слуховые, обонятельные, вкусовые, тактильные и температурные. Экстероцептивные условные рефлексы играют роль во взаимоотношениях организма с окружающей средой, поэтому они образуются относительно быстро.

Интероцептивные условные рефлексы образуются при сочетании раздражения рецепторов внутренних органов с каким-либо безусловным рефлексом. Соответственно наличию разных типов интероцепторов (механорецепторов, хеморецепторов, осморорецепторов и рецепторов объема) вырабатываются условные рефлексы при механическом раздражении внутренних органов, увеличении в них давления, изменении химизма крови, осмотического давления, температуры и т. д. Интероцептивные условные рефлексы образуются медленнее экстероцептивных, для их укрепления

необходимо примерно 50... 150 сочетаний условного и безусловного раздражителей. Интероцепторы всех типов выполняют две основные функции: во-первых, они составляют афферентное звено специальных вегетативных рефлексов (организуемых относительно автономными функциональными системами), играющими важную роль в поддержании гомеостаза в организме; во-вторых, посылая информацию о состоянии внутренних органов, они влияют на состояние центральной нервной системы и оказывают воздействие на высшую нервную деятельность.

*По афферентному звену рефлекторной дуги, в частности по эффектору, на котором проявляются рефлексы, выделяют две группы условных рефлексов: вегетативные и двигательные, инструментальные.*

*По показателю временных соотношений.* Формы условных рефлексов могут быть обусловлены характером и составом условного раздражителя, видом подкрепления, а также временными отношениями между ассоциируемыми раздражителями.

Условные рефлексы по показателю временных соотношений между ассоциируемыми раздражителями делят на две группы: *наличные* — в случае совпадения во времени условного сигнала и подкрепления, и *следовые* условные рефлексы, когда подкрепление предъясвляется лишь после окончания условного раздражителя. *Наличные* рефлексы в свою очередь по величине интервала между включением ассоциируемых раздражителей делят на несколько видов — *совпадающие, отставленные и запаздывающие*. При совпадающем условном рефлексе подкрепление сразу присоединяется к сигнальному раздражителю (не позднее 1-3 с), при отставленном — в период до 30 с, а в случае запаздывающего рефлекса изолированное действие условного стимула продолжается 1-3 мин. Следовые условные рефлексы образуются тогда, когда подкрепление следует уже после окончания действия условного стимула. Следовые условные рефлексы формируются при коротком (10—20 сек.) и длинном (позднем) отставлениях (1—2 мин. и более). К группе следовых условных рефлексов относится, в частности, рефлекс на время, выполняющий роль так называемых «биологических часов».

*Условные рефлексы на время* — особая разновидность следовых условных рефлексов. Они образуются при регулярном повторении безусловного раздражителя. Условные рефлексы на время могут быть выработаны на различные временные интервалы — от нескольких секунд до нескольких часов и даже суток. Видимо, ориентиром в отсчете времени (наличными раздражениями) могут служить различные периодические процессы, происходящие в организме (генераторы ритмов или пейсмекер, частота сердечных сокращений, дыхательный ритм, двигательная и секреторная периодика пищеварительной системы и т. п.). Явление отсчета времени организмом часто называют «биологическими часами». Живой организм имеет целый набор биологических часов (ритмов) с различными периодами.

В зависимости от структуры условного сигнала условные рефлексы делят на *простые и сложные*. Иначе говоря, условными сигналами могут быть *одиночные и комплексные раздражители*. Среди комплексных условных

рефлексов прежде всего выделяют рефлексы на одновременные и последовательные комплексы раздражителей, а также на цепь раздражителей. Так, если сигналом становится комбинация из одновременно применяемых нескольких раздражителей, то образуется условный рефлекс на *одновременный комплекс раздражителей*. Комбинация из раздражителей, которые начинают действовать друг за другом, приводит к образованию ассоциации *напоследовательный комплекс стимулов*.

*Условные рефлексы первого и высших порядков.* Реакции, образуемые на основе безусловных рефлексов, называются *условными рефлексами первого порядка*, а реакции, вырабатываемые на основе ранее приобретенных условных рефлексов,—*условными рефлексами высших порядков* (второго, третьего и т. д.). При выработке условных рефлексов высших порядков индифферентный сигнал подкрепляется хорошо упроченными условными раздражителями. Если, например, раздражение в виде звонка подкреплять едой (безусловная реакция), то вырабатывается условный рефлекс первого порядка. После упрочения условного рефлекса первого порядка можно выработать на его основе условный рефлекс второго порядка, в частности на свет. На базе условного рефлекса второго порядка можно образовать условный рефлекс третьего порядка, на базе рефлекса третьего порядка.—рефлекс четвертого порядка и т. д.

Образование условных рефлексов высших порядков зависит от совершенства организации нервной системы, ее функциональных свойств и биологической значимости безусловного рефлекса, на базе которого выработан условный рефлекс первого порядка.

Для человека процесс образования условных рефлексов, высших порядков оказывается наиболее адекватным. При наличии повышенной возбудимости центральной нервной системы даже у детей в возрасте до года вырабатываются условные рефлексы пятого и шестого порядка (Н. И. Красногорский). При развитии функции речи порядковый диапазон этих реакций значительно расширяется. Так, подавляющее большинство двигательных условных рефлексов у человека образуется путем подкрепления не каким-либо безусловным раздражителем, а различными условными сигналами в виде словесных инструкций, объяснений и др.

Биологическое значение условных рефлексов высших порядков состоит в том, что они обеспечивают сигнализацию о предстоящей деятельности при подкреплении не только безусловными, но и условными раздражителями. В связи с этим более быстро и полно происходит развертывание адаптационных реакций организма.

Условные рефлексы на *цепь раздражителей* следует отличать от *условных цепных рефлексов*, которые представляют собой специальный вид объединения двух и более условных рефлексов (синтез рефлексов). Если несколько двигательных рефлексов, выработанных на разные условные сигналы, многократно осуществляются в определенной последовательности, то сигнальный раздражитель первого в этом ряду рефлекса приобретает свойство запускать всю цепь последовательных движений (динамический стереотип). Сложная цепь временных связей — *динамический стереотип* — это процесс,

который может протекать при отсутствии непосредственной связи с безусловной реакцией.

*Положительные и отрицательные условные рефлексы.* Условные рефлексы, в динамике которых проявляется активность организма в виде двигательных или секреторных реакций, называются *положительными*. Условные реакции, не сопровождающиеся внешним двигательным и секреторным эффектами в связи с их угнетением, относят к *отрицательным*, или *тормозным, рефлексам*. В процессе приспособления организма к изменяющимся условиям среды оба вида рефлексов имеют большое значение. Они тесно взаимосвязаны, так как проявление одного вида деятельности сочетается с угнетением других видов. Такое важное качество, как дисциплинированность, всегда связано с одновременным сочетанием положительных и отрицательных (тормозных) условных рефлексов.

*В зависимости от сигнальной системы* различают условные рефлексы на сигналы первой и второй сигнальных систем, т.е. на слово. Последние вырабатываются только у человека: например, после образования условного зрачкового рефлекса на свет (сужение зрачка) произнесение слова «свет» также вызывает сужение зрачка у испытуемого.

*Контрольные вопросы:*

1. Каково значение работ И. П. Павлова?
2. Что такое сигнальные системы?
3. Можно ли объяснить поведение млекопитающих животных только условными рефлексам?
4. Что такое рассудочная деятельность?
5. Чем отличается психическая деятельность от высшей нервной деятельности?
6. Что такое безусловно рефлекторная и условно рефлекторная деятельность?
7. Что такое рефлекс?
8. Сколько звеньев включает рефлекторная дуга?
9. Когда начинают появляться условные рефлексы у человека?
10. Какие условные рефлексы играют роль в вашей повседневной жизни?
11. Что такое торможение, в чем заключается его биологическая роль?
12. Как затормозить выработанный условный рефлекс?
13. Приведите примеры внешнего и внутреннего торможения условных рефлексов из своего личного опыта.

*Литература*

1. Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И., Гайворонский А.И. Анатомия и физиология человека. – М.: «Академия», 2011.
2. Миловзорова М. С. Анатомия и физиология человека. М: Медицина, 1972.
3. Федюкович Н.И. Анатомия и физиология человека. Ростов-на-Дону: «Феникс», 2009.

## **Тема 7: Анализирующая и синтезирующая деятельность коры больших полушарий головного мозга. Динамический стереотип нервной деятельности.**

*План:*

- 1. Понятие об анализаторе, его строение.*
- 2. Анализ раздражителей.*
- 3. Комплексные раздражители.*
- 4. Динамический стереотип.*

Являясь высшим регулятором взаимоотношений организма со средой, кора больших полушарий головного мозга осуществляет сложную анализирующую и синтезирующую работу — тонко дифференцирует многочисленные раздражители и устанавливает между ними самые различные связи.

Анализ раздражителей выполняется сложными нервными приборами — **анализаторами**.

Каждый анализатор состоит из трех частей: 1) *периферического воспринимающего прибора (рецептора)*, 2) *проводящего пути, по которому нервные возбуждения передаются от периферии к центру*, и 3) *корковой части анализатора*.

Первоначальный анализ раздражителей совершается в рецепторах и в низших отделах мозга; он имеет элементарный характер и обусловлен степенью совершенства того или другого рецептора. Например, кортиева орган во внутреннем ухе, представляющий собой рецептор звуковых раздражителей и действующий по принципу резонатора, позволяет дифференцировать воздействующие на него звуковые раздражители по их высоте.

Высший и наиболее тонкий анализ раздражителей осуществляется корой больших полушарий головного мозга, представляющей собой совокупность мозговых концов всех анализаторов. Этот анализ состоит в установлении очень точных взаимоотношений нервных процессов, совершающихся в коре. В основе его лежит дифференцирующее торможение, в процессе которого возбуждения, вызываемые неподкрепляемыми условными раздражителями, постепенно угасают и остаются возбуждения, строго соответствующие основному, подкрепляемому условному раздражителю.

Благодаря дифференцирующему торможению достигается очень тонкая дифференцировка раздражителей. Например, в опытах И. П. Павлова положительный условный рефлекс у собаки вырабатывался на звук в 800 колебаний в секунду и не образовывался на звук в 812 колебаний, если первый раздражитель подкреплялся, а второй не подкреплялся безусловным пищевым раздражителем.

Одновременно с анализом кора больших полушарий головного мозга осуществляет и синтез нервных процессов, протекающих в различных ее частях. Только благодаря синтезирующей деятельности коры больших полушарий оказывается возможным образование условных рефлексов, т. е. установление связей между различными участками коры: образование условного рефлекса на

вид пищи возможно лишь путем установления временной связи между корковыми отделами зрительного и вкусового анализаторов.

Благодаря синтезирующей деятельности коры оказывается возможным образование условных рефлексов на так называемые **комплексные раздражители**, например на сочетание нескольких звуков или на предъявление нескольких, определенным образом расположенных в пространстве, предметов; при этом условный рефлекс вызывается воздействием только комплекса раздражителей в его целом виде и не вызывается действием какого-нибудь одного из входящих в комплекс раздражителей. Например, если выработан рефлекс на сочетание звуков а—б—в и именно в такой их последовательности, он не наступает ни на раздражение одним каким-нибудь из этих звуков, ни на раздражение всеми тремя звуками, но данными в другой последовательности (б—в—а, в—а—б и др.).

Этот опыт показывает, что синтезирующая деятельность коры опирается на одновременно протекающий анализ раздражителей и без него невозможна.

Анализ и синтез раздражителей представляют собой две взаимосвязанные стороны единой аналитико-синтезирующей деятельности коры.

Благодаря анализирующей и синтезирующей деятельности коры больших полушарий головного мозга осуществляется очень дифференцированное приспособление животного к воздействующим на него раздражениям внешней среды.

**Динамический стереотип** -Интеграция условно-рефлекторных процессов в коре больших полушарий, достигаемая многократным предъявлением одних и тех же положительных или тормозных условных раздражителей, следующих с постоянными интервалами времени между ними.

Опыты показывают, что если у собаки выработать ряд рефлексов на разные раздражители, которые повторяются в определенной последовательности, то со временем животное воспроизводит всю систему ответных реакций при воздействии лишь одного первоначального раздражителя. Это устойчивое закрепление определенной последовательности реакций называется динамическим стереотипом (от греч. "στερεός"—твердый и "τύπος"—отпечаток).

Организм приспособляется к стереотипно повторяющимся внешним воздействиям выработкой системы реакций. Динамический стереотип — физиологическая основа многих явлений психической деятельности человека, например навыков, привычек, приобретенных потребностей и др. Комплекс динамических стереотипов представляет собой физиологическую основу устойчивых особенностей поведения личности.

Динамический стереотип является выражением особого принципа работы мозга —системности. Этот принцип состоит в том, что на сложные комплексные воздействия среды мозг реагирует не как на ряд отдельных изолированных раздражителей, а как на целостную систему. Внешний стереотип —закрепленная последовательность воздействий отражается во внутреннем нервно-динамическом стереотипе. Внешними стереотипами являются все целостные предметы и

явления (они всегда представляют определенную совокупность признаков) : привычная обстановка, последовательность событий, уклада жизни и т.д.

Ломка привычного стереотипа всегда является тяжелым нервным напряжением (субъективно это выражается в тоске, унынии, нервозности, раздражительности и т.п.). Как ни сложна ломка старого стереотипа, новые условия формируют новый стереотип (поэтому он и назван динамическим).

В результате многократного функционирования он все более и более закрепляется и в свою очередь становится все более трудноизменяемым.

Динамические стереотипы особенно устойчивы у пожилых людей и у лиц со слабым типом нервной деятельности, с пониженной подвижностью нервных процессов.

Привычная система действий, вызывая облегчение нервного труда, субъективно ощущается в виде положительных эмоций. “Процессы установки стереотипа, довершения установки, поддержки стереотипа и нарушений его и есть субъективно разнообразные положительные и отрицательные чувства”.

#### *Контрольные вопросы:*

1. *В чем состоит сущность анализирующей деятельности коры больших полушарий головного мозга?*
2. *В чем состоит сущность синтезирующей деятельности коры больших полушарий головного мозга?*
3. *Как проявляется динамический стереотип?*

#### *Литература*

1. Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И., Гайворонский А.И. Анатомия и физиология человека. – М.: «Академия», 2011.
2. Миловзорова М. С. Анатомия и физиология человека. М: Медицина, 1972.
3. Федюкович Н.И. Анатомия и физиология человека. Ростов-на-Дону: «Феникс», 2009.

## **Тема 8:** Типы высшей нервной деятельности. Физиология сна, сновидений, гипноза.

### *План:*

1. *Типы высшей нервной деятельности:*
  - ✓ *Сильный неуравновешанный тип;*
  - ✓ *Слабый тормозной тип;*
  - ✓ *Центральный тип;*
  - ✓ *Сильный уравновешанный подвижный тип;*
  - ✓ *Сильный уравновешанный инертный тип;*
  - ✓ *Холерик;*
  - ✓ *Меланхолик;*
  - ✓ *Сангвиник;*
  - ✓ *Флегматик;*
  - ✓ *Художественный тип;*
  - ✓ *Мыслительный тип;*
  - ✓ *Средний тип.*
2. *Сон:*
  - ✓ *Физиологические изменения во время сна;*
  - ✓ *Виды сна;*
  - ✓ *Глубина сна;*
  - ✓ *Теория и природа сна;*
    - *Теория центра сна;*
    - *Ретикулярная теория сна;*
    - *Корково-подкорковая теория сна;*
    - *Серотонинергическая теория;*
  - ✓ *Периоды сна.*
3. *Сновидения.*
4. *Значение сна.*
5. *Гипноз.*

### **ТИПЫ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.**

Под типом высшей нервной деятельности следует понимать совокупность свойств нервных процессов, обусловленных наследственными особенностями данного организма и приобретенных в процессе индивидуальной жизни.

В основу деления нервной системы на типы И. П. Павлов положил три свойства нервных процессов: силу, уравновешенность и подвижность (возбуждения и торможения).

**Под силой нервных процессов** понимают способность клеток коры большого мозга сохранять адекватные реакции на сильные и сверхсильные раздражители.

**Под уравновешенностью** следует понимать одинаковую выраженность по силе процессов возбуждения и торможения. **Подвижность нервных процессов** характеризует быстроту перехода процесса возбуждения в торможение и наоборот.

На основании изучения особенностей нервных процессов И. П. Павлов выделил следующие основные типы нервной системы: два крайних и один центральный тип. Крайними типами являются сильный неуравновешанный и слабый тормозной.

**Сильный неуравновешанный тип.** Характеризуется сильными неуравновешанными и подвижными нервными процессами. У таких животных процесс возбуждения преобладает над торможением, их поведение агрессивное (безудержный тип).

**Слабый тормозной тип.** Характеризуется слабыми неуравновешенными нервными процессами. У этих животных преобладает процесс торможения, они трусливы, попадая в незнакомую обстановку; поджимают хвост, забиваются в угол.

**Центральному типу** свойственны сильные и уравновешенные нервные процессы, но в зависимости от их подвижности его делят на две группы: сильный уравновешенный подвижный и сильный уравновешенный инертный типы.

**Сильный уравновешенный подвижный тип.** Нервные процессы у таких животных сильные, уравновешенные и подвижные. Возбуждение легко сменяется торможением и наоборот. Это ласковые, любознательные, всем интересующиеся животные (живой тип).

**Сильный уравновешенный инертный тип.** Этот тип животных отличается сильными уравновешенными, но малоподвижными нервными процессами (спокойный тип). Процессы возбуждения и особенно торможения сменяются медленно. Это инертные, малоподвижные животные. Между этими основными типами нервной системы имеются переходные, промежуточные типы.

Основные свойства нервных процессов наследуются. Совокупность всех генов, присущих данной особи, получили название **генотипа**. В процессе индивидуальной жизни под влиянием окружающей среды генотип претерпевает определенные изменения, в результате которого формируется **фенотип** — совокупность всех свойств и признаков особи на определенной стадии развития. Следовательно, поведение животных и человека в окружающей среде определяется не только наследуемыми свойствами нервной системы, но и влияниями внешней среды (воспитание, обучение и т. д.). При определении типов высшей нервной деятельности у человека надо учитывать взаимоотношения первой и второй сигнальной систем. Основываясь на этих положениях, И. П. Павлов выделил **четыре основных типа**, используя для их обозначения терминологию Гиппократов: меланхолик, холерик, сангвиник, флегматик.

**Холерик** — сильный, неуравновешенный тип. Процессы торможения и возбуждения в коре большого мозга у таких людей характеризуются силой, подвижностью и неуравновешенностью, преобладает возбуждение. Это очень энергичные люди, но легко возбудимые и вспыльчивые.

**Меланхолик** — слабый тип. Нервные процессы неуравновешенные, малоподвижные, преобладает процесс торможения. Меланхолик во всем видит и ожидает только плохое, опасное.

**Сангвиник** — сильный, уравновешенный и подвижный тип. Нервные процессы в коре большого мозга характеризуются большой силой, уравновешенностью и подвижностью. Такие люди жизнерадостны и работоспособны.

**Флегматик** — сильный и уравновешенный инертный тип. Нервные процессы сильные, уравновешенные, но малоподвижные. Такие люди ровные, спокойные, настойчивые и упорные труженики.

Учитывая особенности взаимодействия первой и второй сигнальных систем, И. П. Павлов дополнительно выделил три истинных человеческих типа.

**Художественный тип.** У людей этой группы по степени развития первая сигнальная система преобладает над второй, они в процессе мышления широко пользуются чувственными образами окружающей действительности. Очень часто это художники, писатели, музыканты.

**Мыслительный тип.** У лиц, относящихся к этой группе, вторая сигнальная система значительно преобладает над первой, они склонны к отвлеченному, абстрактному мышлению и нередко по профессии являются математиками, философами.

**Средний тип.** Характеризуется одинаковым значением первой и второй сигнальных систем в высшей нервной деятельности человека. К этой группе относится большинство людей.

## **Сон и сновидения. Гипноз**

Сон является непреодолимой потребностью организма высших животных. Треть жизни человека проходит в состоянии периодически наступающего сна.

### **Физиологические изменения во время сна**

- понижение активности нервной системы, в частности коры больших полушарий головного мозга, прекращение контакта с окружающим

Разрыв контакта организма с внешним миром наступает обычно быстро, как бы внезапно, и столь же быстро сменяется бодрствованием, т. е.

восстановлением активности нервной системы и связанного с ней адекватного контакта с окружающей средой. Особенно резкие изменения во время сна происходят в высшей нервной деятельности и в сенсомоторной сфере.

- изменения электроэнцефалограммы

Переход от бодрствования ко сну, как правило, сопровождается замедлением корковых ритмов, появлением в электроэнцефалограмме высокоамплитудных альфа-, тета- и дельта-колебаний взамен быстрого бета-ритма, свойственного состоянию бодрствования.

Во время глубокого сна медленные ритмы в электроэнцефалограмме сменяются низкоамплитудными, высокочастотными колебаниями, сходными с наблюдаемыми при бодрствовании. Считают, что это связано с возникновением сновидений.

- периодическое понижение мышечного тонуса

У спящего человека большинство мышц полностью расслаблено. Этим объясняется, почему у человека, спящего в сидячем положении, падают из рук предметы, которые он перед сном держал в руке, голова склоняется на грудь, а туловище опускается.

Расслабление мускулатуры и падение ее тонуса не является постоянными и обязательными компонентами сна. В условиях даже нормального сна возможны различные движения и длительное сохранение определенной позы во сне в сидячем положении.

При некоторых формах так называемого гипнотического сна наблюдается даже резкое повышение мышечного тонуса, например, при каталептическом сне.

- снижаются все виды чувствительности: зрение, слух, вкус, обоняние и кожная чувствительность

Чтобы вызвать у спящего ту или иную реакцию, требуется применить гораздо большую силу раздражения, чем в период бодрствования.

- рефлекторная функция во время сна резко ослаблена.

Условные рефлексы заторможены, безусловные значительно понижены. Порог раздражения этих рефлексов значительно повышается, латентный период удлиняется. Сенсомоторные изменения являются в картине сна доминирующими по сравнению с изменениями вегетативных функций.

- урежается дыхание, снижается газообмен и основной обмен
- уменьшается частота сердечных сокращений
- снижается артериальное давление
- понижается образование почками мочи
- снижается температура тела

Снижение температуры тела не находится в непосредственной зависимости от какого-либо прямого специфического влияния сна. Имеющиеся у человека суточные колебания температуры - снижение температуры тела ночью и повышение ее днем (минимальная суточная температура наблюдается приблизительно в 3-5 часов, максимальная - в 16-18 часов) - наблюдаются также при отсутствии сна или при извращении его, т. е. при дневном сне и ночном бодрствовании.

## **Виды сна**

Существует несколько различных видов сна:

### **I. Физиологический сон**

1. периодический суточный сон (циркадный);

У взрослого человека наблюдается монофазный (сон один раз в сутки) или в более редких случаях дифазный (сон дважды в сутки) тип сна; у ребенка - полифазный тип сна.

Общая продолжительность суточного сна новорожденного достигает 21 часа; ребенок в возрасте от 6 месяцев до одного года спит около 14 часов в сутки, в возрасте 4 лет - 12 часов, в возрасте 10 лет - 10 часов. Взрослые люди спят в среднем 7-8 часов в сутки. К старости продолжительность сна несколько снижается.

2. периодический сезонный сон (зимняя или летняя спячка животных);

### **II. Патологический сон**

3. наркотический сон, вызываемый различными химическими или физическими агентами;

Наркотический сон может быть вызван вдыханием паров эфира или хлороформа, введением в организм алкоголя, морфина и многих других ядов, прерывистым электрическим током (электронаркоз) и многими другими воздействиями.

4. гипнотический сон;

Гипнотический сон может быть вызван гипнотизирующим снотворным действием обстановки и воздействиями гипнотизера, внушающего потребность во сне. Во время гипнотического сна возможно выключение произвольной корковой активности при сохранении частичного контакта с окружающим и наличием сенсомоторной деятельности. Нервные центры мышечной системы во время гипнотического сна могут находиться как в состоянии крайнего угнетения, заторможенности, так и в состоянии возбуждения.

5. патологический сон - связанный с нарушением работы некоторых отделов головного мозга

Патологический сон может быть по своей этиологии и проявлениям разделен на ряд разновидностей. Он возникает при анемии мозга, т. е.

при недостатке его кровоснабжения, при сдавлении мозга, при развитии опухолей в больших полушариях или при поражении некоторых участков мозгового ствола.

Часто патологический сон может наблюдаться в течение длительного времени - многих дней, недель, месяцев и даже лет.

Патологический сон может сопровождаться как понижением мышечного тонуса, так и его повышением.

При длительном полном лишении сна в течение 3-5 суток появляется потребность во сне, произвольно непреодолимая: воспрепятствовать наступлению сна можно только сильными болевыми раздражениями, например уколами иглой или ударами электрического тока. В результате 60-80-часового отсутствия сна у человека наблюдается понижение скорости психических реакций, легкая утомляемость при мозговой работе и меньшая ее точность. Изменения вегетативных функций при длительной бессоннице очень невелики; отмечается только небольшое снижение температуры тела и незначительное замедление пульса.

Несмотря на наличие лишь небольших изменений, которые могут быть зарегистрированы физиологическими или объективными психологическими методами, субъективные ощущения при 40-80-часовом лишении сна могут быть очень тяжкими.

### **Глубина сна**

Исследуя реакции организма во время сна и порог силы раздражения, которое должно быть применено для пробуждения, можно составить представление о глубине сна в различные его моменты.

Глубина сна максимальна в первые 2-3 часа, затем она постепенно уменьшается. У некоторых людей глубина сна вновь увеличивается на 6-7-м часу сна.

Наблюдения над глубиной сна и реакциями в ответ на различные раздражения обнаружили, что некоторые виды корковой деятельности и реакции на определенные раздражения могут во время нормального периодического сна сохраняться. Это явление называется частичным бодрствованием.

К раздражениям, по отношению к которым реактивность сохранена и которые быстро вызывают пробуждение, принадлежат сигналы, представляющие какой-либо особый интерес для данного индивидуума. Примеры частичного бодрствования мозговой коры во время сна можно наблюдать у матери, пробуждающейся при слабом стоне ребенка, но на реагирующей на другие более сильные звуки, у дежурного, просыпающегося при телефонном звонке, военного, сразу вскакивающего с постели при звуке сигнальной трубы, играющей "сбор".

### **Теории и природа сна**

Среди многочисленных теорий, пытавшихся объяснить явление сна, наиболее распространенными были:

- **Химическая теория сна** - объясняет развитие сна накоплением в организме специфических веществ, гликопептидов. Доказательством в пользу этой теории является обнаружение в моче и спинномозговой жидкости дельта-пептида, вызывающего медленный сон при введении другим животным.

Однако пептид вызывает сон у человека и только у некоторых видов животных. Кроме того, сон может возникнуть под действием других видов веществ. На сегодняшний день неизвестно, какую физиологическую роль в процессе выполняет найденный фактор.

- **Кортикальная теория сна** наиболее полно разработана И. П. Павловым и его учениками. Согласно кортикальной теории сон и внутреннее торможение - один и тот же процесс. Сон наступает в результате иррадиации по коре тормозного процесса, способного спускаться и на подкорковые образования. К такому выводу привели опыты, показавшие, что повторное применение различных условных тормозных раздражителей вызывает у собаки сонливость, а в ряде случаев и глубокий сон, сопровождающийся полным расслаблением мускулатуры.

*Сопоставление изменений электроэнцефалограммы во время физиологического сна и при условном торможении подтвердило правильность предположения о единстве природы этих процессов.*

В обоих случаях имеется значительное замедление корковых ритмов. Различие состоит лишь в том, что при условном торможении это замедление ритмов локализовано в определенных областях коры, связанных с осуществлением данного условного рефлекса, а во время сна медленная волновая активность охватывает всю кору в целом.

Сон, развивающийся у животных и человека под влиянием тормозных условных раздражителей, И.П. Павлов называл активным, противопоставляя ему пассивный сон, возникающий в случаях прекращения или резкого ограничения притока афферентных импульсов в кору больших полушарий.

Значение афферентной импульсации в поддержании состояния бодрствования в полной мере было оценено еще И. М. Сеченовым, который аргументировал этот факт известными из клинической практики случаями наступления длительного сна у больных, страдающих обширными нарушениями органов чувств. Так, в клинике Штрюмпеля наблюдался больной, у которого из всех органов чувств сохранились функции только одного глаза и одного уха. Пока глаз мог видеть, а ухо слышать - человек бодрствовал. Но как только врачи закрывали у больного эти единственные пути общения с внешним миром, то пациент тотчас же засыпал.

У больной, наблюдавшейся в клинике С. П. Боткина, из всех органов чувств функционировали только рецепторы осязания и мышечного чувства одной из рук. Большую часть суток эта больная спала и просыпалась только при дотрагивании до ее руки.

В дальнейшем было показано, что сон возникает и у животных при оперативном разрушении периферических отделов трех основных анализаторов: зрительного, слухового и обонятельного. В.С. Галкин перерезал у собаки зрительные и обонятельные нервы и разрушил обе улитки внутреннего уха. После такой операции собака впадала в сонное состояние, которое продолжалось свыше 23 часов в сутки. Она просыпалась

лишь на короткое время от голода или импульсов, исходящих от рецепторов прямой кишки и мочевого пузыря.

- **Теория центра сна** - связывает циркадный ритм с периодической сменой активности подкорковых центров сна и бодрствования. Доказательство - раздражение некоторых участков ретикулярной формации и гипоталамуса через хронически вживленные электроды может вызвать сон у бодрствующих животных и пробуждение спящих животных.

Теории И. П. Павлова противостояла теория центра сна, выдвинутая некоторыми исследователями и физиологами. Главным доводом в пользу этой теории были наблюдения В.Гесса, который производил электрическое раздражение передних отделов стволовой части мозга у кошек и обнаружил, что раздражение определенных пунктов влечет за собой сон. При этом применялись тонкие электроды, которые вводились в заднюю часть промежуточного мозга.

В многочисленных опытах электрическое раздражение вызывало сон, ничем не отличавшийся от нормального. Животное, повертевшись несколько минут, выбирало место для того, чтобы лечь, и, подобно нормальной кошке, помурлыкав перед сном, засыпало. Сон продолжался в течение некоторого времени по прекращении раздражения. Он мог быть прерван посторонними сильными раздражениями и вновь вызван электрическим током, проходящим через электроды, приложенные к промежуточному мозгу.

Данные Гесса хорошо коррелировали с наблюдениями невропатологов и результатами гистологических исследований головного мозга людей, умерших от летаргического энцефалита. Для этого заболевания характерны расстройства сна, т.е. патологический многодневный сон или патологическое бодрствование. Экономо, занимавшийся исследованием гистологической картины поражений головного мозга, обнаружил в случаях энцефалита, сопровождавшегося патологическим сном, изменения в задней стенке III желудочка мозга и стенках силвиева водопровода, т.е. в области, расположенной на границе между промежуточным и средним мозгом. В этой области, согласно Экономо, расположен центр, от которого зависит регуляция сна. Кпереди от центра сна расположена область, которую Экономо считал центром бодрствования. Поражение ее сопровождается случаи патологического бодрствования.

- **Ретикулярная теория сна** - объясняет наступление периодов сна и бодрствования существованием двусторонней связи коры больших полушарий и ретикулярной формации.

Имеется сложное взаимодействие между корой и ретикулярной формацией ствола мозга: ретикулярная формация оказывает тонизирующее влияние на кору больших полушарий, а последняя посылает в ретикулярную формацию свои нисходящие возбуждающие и тормозящие импульсы, которые могут повышать или снижать возбудимость ретикулярной формации.

Как правило, кора больших полушарий оказывает на ретикулярные структуры преимущественно тормозящее влияние. Когда ретикулярная формация усиливает свое активирующее влияние на кору, она тем самым включает в действие противоположно действующий тормозной механизм коры, который посредством кортико-ретикулярной обратной связи подтормаживает ретикулярную формацию. Благодаря такой саморегуляции обеспечивается стабильный уровень активности мозговых механизмов. Циркуляция возбуждений между корой и ретикулярной формацией обеспечивает длительное и стойкое поддержание бодрствующего состояния мозга. Нарушение этого кругового взаимодействия путем фармакологического выключения восходящих активирующих влияний приводит к погружению мозга в состояние наркотического сна.

- В дальнейшем центры бодрствования были установлены таламусе и гипоталамусе.
- **Корково-подкорковая теория сна** - объясняет наступление периодов сна и бодрствования существованием реципрокных отношений между лимбико-гипоталамическими и ретикулярными структурами мозга.

При возбуждении лимбико-гипоталамических структур мозга наблюдается торможение структур ретикулярной формации ствола мозга и наоборот. При бодрствовании за счет потоков афферентации от органов чувств активируются структуры ретикулярной формации, которые оказывают восходящее активирующее влияние на кору больших полушарий. При этом нейроны лобных отделов коры оказывают нисходящие тормозные влияния на центры сна заднего гипоталамуса, что устраняет блокирующие влияния гипоталамических центров сна на ретикулярную формацию среднего мозга. При уменьшении потока сенсорной информации снижаются восходящие активирующие влияния ретикулярной формации на кору мозга. В результате чего устраняются тормозные влияния лобной коры на нейроны центра сна заднего гипоталамуса, которые начинают еще активнее тормозить ретикулярную формацию ствола мозга. В условиях блокады всех восходящих активирующих влияний подкорковых образований на кору мозга наблюдается медленноволновая стадия сна. Гипоталамические центры за счет связей с лимбическими структурами мозга могут оказывать восходящие активирующие влияния на кору мозга и при отсутствии влияний ретикулярной формации ствола мозга.

- **Серотонинергическая теория** - объясняет наступление периодов сна и бодрствования функционированием нейротрансмиттерных систем с участием медиаторов: серотонина, норадреналина, вазопрессина и др.

### Периоды сна

Экспериментальные доказательства приведенных теорий указывают на сложную многофакторную природу сна. Кроме того, благодаря электрофизиологическим исследованиям последних десятилетий стало известно, что сон - сложный периодический процесс, в каждом цикле которого различают две фазы:

1. **фазу медленного сна** - состоит из 4 стадий постепенного перехода от бодрствования к глубокому сну и характеризуется преобладанием на электроэнцефалограмме высокоамплитудных медленных волн дельта-ритма. Медленный сон связан с активностью нейронов, собранных в ядра, вблизи средней линии между продолговатым и средним мозгом (ядра шва, таламуса и орбитальной части коры больших полушарий)

2. **фазу быстрого сна** - характеризующуюся появлением быстрых движений глаз, мышц лица и конечностей, усилением обмена, учащением пульса, дыхания и десинхронизацией ЭЭГ - исчезновением дельта-волн и появлением высокочастотного, но низкой амплитуды бета-ритма. Быстрый сон запускается и поддерживается активностью ядер варолиевого моста, вестибулярных ядер продолговатого мозга.

Сон в быструю фазу почти такой же глубокий, как и в основную фазу медленного сна. В период быстрого сна возникают сновидения - образные представления, субъективно воспринимаемые как реальность.

Весь цикл медленный сон - быстрый сон у взрослого человека длится около 1,5 ч и повторяется в течение ночи 4-6 раз. Кора больших полушарий играет важную роль в формировании сновидений, переключении различных фаз сна и переходе от сна к бодрствованию.

Бодрствующее состояние мозга поддерживают сетевидное образование, гипоталамус и некоторые другие структуры.

Таким образом, данные ЭЭГ-анализа показывают, что сон - это сложное явление, характеризующееся активным, деятельным состоянием мозга, с перестройкой активности нейронов на работу в других режимах по сравнению с бодрствованием. Сон наступает не в результате торможения механизмов бодрствования, а как следствие активации специальных гипногенных (вызывающих сон) структур мозга.

С одной стороны, это синхронизация электрической активности довольно больших групп нейронов, в результате чего возникает низкочастотный дельта-ритм, отличающийся большой амплитудой, а с другой - рассогласование электрической активности различных структур мозга, проявляющееся в расхождении частот тета- и дельта-ритмов ЭЭГ между отведениями от различных структур мозга. Допускают, что такое рассогласование частот приводит к нарушению нормальных взаимоотношений между отделами мозга и, как следствие, к потере сознания во время сна.

---

## **Сновидения**

Человек видит во сне какие-то образы, предметы, наблюдает события или сам принимает в них участие. Как правило, в сновидениях человек видит то же, что и в течение дня, но в других, иногда необычных комбинациях. Часто в содержание сна включаются внешние раздражения: тепло укрытый человек видит себя в жарких странах, охлаждение ног воспринимается им как хождение по земле, по снегу и т. д.

Как природа сна, так и сущность сновидений раскрыты на основе учения И. П. Павлова: во время бодрствования человека в мозгу преобладают процессы

возбуждения, а при торможении всех участков коры развивается полный глубокий сон. При таком сне не бывает никаких сновидений.

В случае неполного торможения отдельные незаторможенные мозговые клетки и участки коры вступают между собой в различные взаимодействия и создают определенные ощущения. Не затормаживаются очень возбужденные участки коры или те, в которые во время сна поступают нервные импульсы от действующих раздражителей (например, при неудобном положении тела).

Таким образом, каждое сновидение есть более или менее яркое и сложное событие, картина, живой образ, периодически возникающие у спящего человека в результате деятельности клеток, которые остаются во время сна активными. По выражению И. М. Сеченова, "сновидения - небывалые комбинации бывалых впечатлений".

Многие исследователи и сейчас считают, что сновидения являются результатом следового возбуждения, т.е. следом, иногда довольно давним, от предшествующих раздражений. Существенную роль в формировании сновидений играет таламус - область промежуточного мозга, которая в бодрствующем состоянии получает, обрабатывает и передает в кору больших полушарий почти все афферентные сигналы, а во время сна начинает генерировать высокоамплитудные волны электроэнцефалограммы частотой 12-16 Гц (так называемые сонные веретена). При этом передача сигналов в кору затруднена, информация искажается, а возникающие в результате этого сновидения часто носят фантастический, нереальный характер.

Сновидения продолжаются короткое время, большая часть сна проходит без сновидений.

### **Значение сна**

Сон выполняет важную охранительную роль, защищая клетки от истощающего их влияния раздражений. Необходимость в такой защите корковых клеток связана с тем, что они непрерывно находятся в состоянии активности, которая сопровождается распадом богатых энергией фосфорных соединений, расщеплением белков и аминокислот. Длительная активность приводит к сдвигам ионного равновесия (накоплению в протоплазме ионов  $\text{Na}^+$  и потере ионов  $\text{K}^+$ ), а это ведет к изменениям потенциала покоя, уровня возбудимости, амплитуды синаптических потенциалов и потенциалов действия и т. п. Периодически наступающий сон обеспечивает восстановление коры и высших подкорковых центров для последующей деятельности. Он оказывает восстановительный эффект как на физическое, так и на психическое здоровье.

Предполагают, что во время сна в головном мозге происходит обработка поступившей за день информации, перераспределение ее по соответствующим регистрам памяти и фиксация памятного следа. Доказано, что последний процесс происходит во время активации мозга на стадии быстрого сна.

Медленный сон нужен для восстановления работоспособности клеток головного мозга и активности нейроглии.

Во время сна происходит согласование физиологических, биохимических и обменных процессов, выравнивание нарушенных в результате перегрузок соотношений между функциями внутренних органов.

**Гипноз** - это частичный, неполный сон, вызываемый внушением. В основе его лежит сноподобное состояние, вызванное сохранением одного возбужденного участка и искусственного торможения в коре с помощью ряда приемов. И.П. Павлов рассматривал это состояние как частичное, ограниченное определенными зонами торможение коры.

При избирательном торможении коры и углублении фазы отсужения слабые раздражители (например, слово) начинают действовать эффективнее сильных (боль), наблюдается высокая внушаемость - подчинение испытуемого воле гипнотизера, гипотаксия - снижение двигательной активности и каталепсия - состояние обездвиженности с сохранением приданной позы. При глубоком гипнозе развивается сомнамбулизм, - максимальное подчинение внушению, утрата памяти и ориентировки в окружающей обстановке.

Гипнозу поддаются почти все люди, однако примерно 1/3 людей относится к группе трудно внушаемых.

Электроэнцефалограмма загипнотизированного человека типична для состояния бодрствования, т.е. гипноз по своему механизму - особая форма бодрствования, характерной чертой которого является разобщение функциональных связей между структурами мозга, их перестройка и формирование новых взаимодействий в мозге.

Это состояние используют в качестве лечебного приема, во время которого больному производятся различные внушения, например, исключение вредных факторов - курения и употребления алкоголя.

*Контрольные вопросы:*

1. Назовите известные вам приспособления организмов к условиям жизни.
2. Что такое природные биологические ритмы?
3. Каково влияние природных биологических ритмов на жизнь человека?
4. Что такое сон?
5. Почему мы спим?
6. Что происходит с организмом во время сна?
7. Способы регуляции сна и бодрствования.
8. Зачем человеку необходимо спать?
9. В какой фазе сна мы видим сновидения?
10. Что такое «вещи» сны?
11. Гипноз, или искусственный сон.
12. Расстройства сна.
13. Лунатизм, или сомнабулизм.
14. Летаргический, или аномальный сон.

*Литература*

1. Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И., Гайворонский А.И. Анатомия и физиология человека. – М.: «Академия», 2011.
2. Миловзорова М. С. Анатомия и физиология человека. М: Медицина, 1972.
3. Федюкович Н.И. Анатомия и физиология человека. Ростов-на-Дону: «Феникс», 2009.

## Тема 9: Сенсорные системы: зрительная, слуховая, двигательная, вестибулярная.

План:

1. Зрительная сенсорная система.
2. Слуховая сенсорная система.
3. Двигательная сенсорная система.
4. Вестибулярная сенсорная система.

### Зрительная сенсорная система

Периферический отдел зрительной сенсорной системы представлен рецепторами, расположенными в сетчатке глаза. Но прежде чем изучать строение сетчатки, рассмотрим устройство самого глазного яблока.

**Внешний вид глаза.** Глазное яблоко расположено в глазнице черепа. У детей оно имеет шаровидную форму, у взрослых его переднезадний размер несколько превышает поперечный и вертикальный и составляет примерно 24 мм. Различают *передний* и *задний полюсы глаза*. Линия, соединяющая оба полюса глазного яблока, называется его осью. Зрительный нерв входит в глазное яблоко несколько медиальнее его заднего полюса.

Глазное яблоко окружено тремя оболочками: наружной – фиброзной, средней – сосудистой и внутренней – сетчатой (см. Атл.). В центре глазного яблока находится ядро, которое состоит из хрусталика, стекловидного тела и водянистой влаги – это преломляющие среды глаза. Впереди хрусталика лежит передняя камера глаза, также заполненная жидкостью.

**Оболочки глазного яблока.** *Фиброзная оболочка (tunica fibrosa bulbi)* наружная и самая прочная, благодаря ей глазное яблоко поддерживает свою форму. Она представлена двумя отделами. Передний, занимающий 1/5 ее поверхности, образует прозрачная, сильно вогнутая роговица, обладающая светопреломляющим свойством; задний – белочная оболочка – склера, по цвету напоминающая белок вареного куриного яйца.

*Роговица (cornea)* состоит в основном из плотной соединительной ткани (прозрачное собственное вещество роговицы). Спереди она покрыта многослойным плоским неороговевающим эпителием, а сзади, со стороны наружной камеры глаза, выстлана однослойным эпителием – эндотелием. Раздражение нервных окончаний, которыми пронизан наружный эпителий роговицы, вызывает рефлекторное моргание и слезотечение. Кровеносные сосуды в роговице отсутствуют.

*Склера (sclera)* покрывает задний, больший отдел глазного яблока. Она также образована плотной соединительной тканью, но не прозрачна из-за большого количества коллагеновых и эластических волокон и несколько иного состава межклеточного вещества. В передней части склера переходит в роговицу. Границей между ними является тонкий полупрозрачный ободок – *лимб* (край) роговицы. На границе между роговицей и склерой проходит *венозный синус*, по которому из глаза оттекает венозная кровь и лимфа. Эпителий роговицы переходит здесь в *конъюнктиву*, выстилающую переднюю часть белочной оболочки. В задней части глаза в области выхода волокон зрительного нерва в

склере образуются многочисленные отверстия (*решетчатая пластинка*). По ее краям склера наиболее массивна и переходит в соединительнотканную оболочку нерва. Утолщение склеры наблюдается также впереди экватора глазного яблока, где к ней прикрепляются четыре прямые мышцы глаза. Кровеносные сосуды проходят через склеру к сосудистой оболочке и цилиарному телу.

**Сосудистая оболочка** (*tunica vasculosa bulbi*) состоит из трех различных по структуре и функциям частей: собственно сосудистой оболочки, ресничного тела и радужки.

*Собственно сосудистая оболочка (chorioidea)* рыхло соединяется со склерой. Между ними располагаются лимфатические щели. Оболочка тонкая (до 0,2 мм), состоит из трех слоев (пластинок). Самый наружный слой – *надсосудистая пластинка* – образован эндотелием, эластическими волокнами, соединенными со склерой, между которыми расположены многочисленные пигментные клетки и контактирующие с ними нервные волокна. *Сосудистая пластинка* занимает среднюю часть оболочки. В ней располагаются крупные сосуды, преимущественно вены, между которыми лежат соединительнотканные волокна и пигментные клетки. В глубоком слое сосудистой оболочки – *хориокапиллярной пластинке* – залегают крупные капилляры синусоидного типа. Их сеть особенно хорошо развита в области желтого пятна сетчатки (см. Атл.). Строение капилляров таково, что кровь быстро переходит из артериального русла в венозное. На границе с сетчаткой лежит полупроницаемая базальная мембрана (стекловидная перегородка, мембрана Бруха), которая содержит эластические волокна.

На экваторе сосудистая оболочка прободается четырьмя венами, выходящими на равном расстоянии друг от друга (см. Атл.). В переднем отделе она без резких границ переходит в ресничное тело.

*Ресничное тело (corpus ciliare)*, имеющее вид валика, вдаётся внутрь глазного яблока там, где белочная оболочка переходит в роговицу (см. Атл.). Задний край тела переходит в собственно сосудистую оболочку, а от переднего отходит до 70 *ресничных отростков*. От них берут начало упругие тонкие волокна, другим своим концом прикрепляющиеся к капсуле хрусталика по его экватору. Эти волокна образуют поддерживающий хрусталик аппарат, или *ресничный пояс* (*циннову связку*). Внутри его, между волокнами, остается пространство, окружающее хрусталик по экватору и содержащее водянистую влагу. В соединительнотканной основе ресничного тела, кроме сосудов, содержатся гладкие мышечные волокна, меридиональные, радиальные и циркулярные, составляющие *ресничную мышцу*, обеспечивающую аккомодацию.

*Радужная оболочка*, или *радужка (iris)*, имеет вид диска с отверстием посередине – *зрачком* и находится позади прозрачной роговицы. Своим наружным краем радужка переходит в ресничное тело, а внутренним, свободным, ограничивает – *зрачок*. В ее соединительнотканной основе заложены сосуды, пигмент и гладкая мускулатура. От количества и глубины залегания пигмента зависит цвет глаз, варьирующий от светло-голубого до черного. Красноватый оттенок глаз альбиносов, совершенно лишенных пигмента, вызван просвечиванием кровеносных сосудов. Мышечные волокна радужки имеют двойное направление. По радиусам расположены *волокна мышцы, расширяющей*

*зрачок*, вокруг зрачкового края радужки находятся круговые волокна *мышцы, суживающей зрачок*. Эти мышцы придают радужке значение диафрагмы, регулирующей поступление света в глаз.

*Сетчатая оболочка*, или *сетчатка (retina)*, является внутренней оболочкой глазного яблока. Ее наружная поверхность прилежит к сосудистой оболочке, а внутренняя – к стекловидному телу. В сетчатке различают три части, из которых задняя, большая – *зрительная часть* – светочувствительная, в ней расположены рецепторные клетки. На уровне задней границы ресничного тела она переходит в ресничную часть в виде неровной линии – *зубчатой каймы*. Передняя часть сетчатки – радужинная – подстилает радужку. Последние две части нечувствительны к свету.

Зрительная часть сетчатки имеет сложное микроскопическое строение, она состоит из 10 слоев (см. Атл.). Самым наружным слоем, прилегающим к сосудистой оболочке, служит пигментный эпителий. Непосредственно за ним располагается слой нейроэпителия, содержащий рецепторные клетки. Эти клетки из-за формы своих наружных сегментов получили название *палочек и колбочек*. Их периферические отростки, образующие второй слой сетчатки, вдаются в слой пигментного эпителия. Число рецепторов в глазу человека огромно (палочек около 130 млн., колбочек – 6–7 млн). Колбочки – рецепторы "цвета", они преобладают в средней части сетчатки; палочки, обеспечивающие сумеречное зрение и располагаются в ее боковых частях. Центральные отростки зрительных рецепторных клеток приходят в соприкосновение с *биполярными и горизонтальными* клетками, которые, в свою очередь, контактируют с *ганглиозными* клетками. Нейриты последних образуют зрительный нерв. В слое рецепторных клеток отсутствуют кровеносные сосуды, питательные вещества поступают сюда из хориокапиллярной пластинки сосудистой оболочки.

Таким образом, в сетчатке рецепторные клетки находятся в самом наружном слое. Световой поток проходит через стекловидное тело и попадает на глубокие слои сетчатки. Для того, чтобы достичь палочек и колбочек свет должен пройти через всю толщину сетчатки до пигментного слоя.

Количественная оценка клеточного состава сетчатки показала, что численность клеток в различных ее слоях неодинакова. Она убывает в ряду рецепторные клетки – биполярные клетки – ганглиозные клетки. Это свидетельствует о том, что на одной биполярной клетке суммируются афферентные импульсы от нескольких фоторецепторных клеток, а на одной ганглиозной клетке – от нескольких биполярных. Наряду с этим, в слое биполярных клеток присутствуют *горизонтальные* клетки, которые образуют синаптические контакты с рецепторными и биполярными клетками, а в слое ганглиозных клеток – *амакриновые* клетки, контактирующие с биполярами и ганглиозными клетками.

Все описанные клетки сетчатки, кроме пигментных, развиваются из стенки мозгового пузыря, т.е. аналогичны нейронам мозга. Кроме них в сетчатке развиваются и глиальные клетки, которые получили название *радиальных (Мюллеровых) клеток*. Это длинные узкие клетки, ядро которых располагается примерно на уровне ядер биполярных клеток. Радиальные глиальные клетки

контактируют с палочками и колбочками и имеют в этой части сетчатки большое скопление филаментозного вещества. Ранее его считали мембраной и называли *наружной пограничной мембраной*. Микроворсинки на апикальной части глиальных клеток проникают между рецепторными клетками.

По данным светооптических исследований в сетчатке было выделено 10 слоев (зон) (см. Атл.).

*Слой 1* образован пигментными эпителиальными клетками.

*Слой 2* состоит из светочувствительных отростков палочек и колбочек.

*Слой 3* – наружная пограничная мембрана, образованная отростками клеток глии.

*Слой 4* – наружный ядерный слой, образованный частями рецепторных клеток, содержащими ядро.

*Слой 5* - наружный сетчатый слой, образован аксонами рецепторных и отростками биполярных и горизонтальных клеток, которые образуют синаптические контакты друг с другом.

*Слой 6* – внутренний ядерный слой, состоящий из содержащих ядро частей биполярных, горизонтальных и глиальных клеток.

*Слой 7* - внутренний сетчатый слой, образован аксонами биполярных и отростками ганглиозных клеток.

*Слой 8* – слой ганглиозных клеток, образованный их телами. По его наружному краю расположены амакриновые клетки и кровеносные сосуды сетчатки.

*Слой 9* – слой нервных волокон, состоящий из аксонов ганглиозных клеток, которые достигают внутренней части сетчатки, поворачивают под прямым углом и идут параллельно ее внутренней поверхности к месту выхода зрительного нерва. Эти волокна не покрыты миелиновой оболочкой и шванновскими клетками, что способствует прозрачности слоя. Здесь же находятся кровеносные сосуды и глиальные клетки.

*Слой 10* – внутренняя пограничная мембрана, образованная отростками глиальных клеток и их базальной мембраной.

В задней части сетчатки выделяются два участка – диск и желтое пятно. *Диск* – место выхода из глазного яблока зрительного нерва; здесь сетчатка не содержит светочувствительных элементов. В области диска в сетчатку вступает питающая ее артерия и выходит вена. Оба сосуда проходят внутри зрительного нерва. *Желтое пятно* находится почти точно на заднем полюсе глаза, это самое чувствительное к свету место сетчатки, так как здесь сосредоточено большое количество колбочек. Середина пятна углубляется в *центральный ямку*. Линию, соединяющую середину переднего полюса глаза с центральной ямкой, называют оптической осью глаза. Для лучшего видения глаз устанавливается так, чтобы рассматриваемый предмет и центральная ямка находились на одной оси.

Волокна зрительного нерва покрываются миелиновой оболочкой только после прохождения через решетчатую пластинку. Диаметр нерва при этом увеличивается.

**Ядро глазного яблока. Хрусталик (*lens*)** – плотное тело в виде двояковыпуклого зерна чечевицы (см. Атл.). Закругленный его край называют экватором. Хрусталик лишен сосудов и нервов, совершенно прозрачен и покрыт

бесструктурной прозрачной *капсулой*. Задняя поверхность хрусталика вдаётся в стекловидное тело, расположенное позади него, а передняя прилежит к радужке. Хрусталик укреплен ресничным пояском. При сокращении мышечных волокон ресничного тела натяжение пояса ослабевает и хрусталик, не испытывая ограничивающего давления своей капсулы, становится более выпуклым. Это повышает его преломляющую способность. Изменение кривизны хрусталика обуславливает приспособление глаза к ясному видению разноудаленных предметов и называется *аккомодацией*.

Хрусталик – наиболее мощная преломляющая среда глаза (показатель преломления – 1,43). С возрастом он уплотняется и уплощается, и аккомодация ослабевает.

*Стекловидное тело (corpus vitreum)* заполняет в глазу все пространство между сетчаткой сзади и хрусталиком спереди. Оно плотно прилегает к сетчатке, способствуя прилеганию пигментного и наружного ее слоев и содействует фиксации хрусталика. Стекловидное тело состоит из прозрачного студенистого межклеточного вещества и не имеет сосудов. Преломляющая способность его равна 1,33.

*Водянистая влага* выделяется кровеносными сосудами ресничных отростков и радужки. Она заполняет полости: *переднюю камеру глаза*, расположенную между роговицей и радужкой, и *заднюю камеру* – между радужкой и хрусталиком с его пояском. Обе эти камеры сообщаются через зрачок, и водянистая влага омывает радужку, частично ресничное тело и хрусталик. Водянистая влага очень слабо преломляет свет. Ее отток осуществляется через венозный синус.

***Вспомогательные аппараты глаза.*** К вспомогательным аппаратам органа зрения относятся веки, слезная железа, мышцы глазного яблока, жировое тело орбиты и фасция.

*Верхнее и нижнее веки*, ограничивая глазную щель и дополняя спереди глазницу, образуют подвижную защиту глазного яблока. Основой век служит полулунная пластинка

***Развитие глаза.*** На 3 неделе внутриутробного развития возникает парное выпячивание стенки переднего мозгового пузыря – образуется глазной пузырек (рис. 3.60). На 5 неделе его ножка истончается, а передняя часть, обращенная к эктодерме, начинает впячиваться. На этой стадии пузырек превращается в глазной бокал, его полость уменьшается, становится щелевидной, а затем редуцируется. В клетках наружного листка глазного бокала начинает накапливаться меланин, и вскоре они превращаются в пигментный эпителий; внутренний листок преобразуется в сетчатку. Отростки ее дифференцирующихся ганглиозных клеток прорастают по глазному стебельку в сторону головного мозга и образуют зрительный нерв. К закладке глаза подрастают ветви внутренней сонной артерии, которые кровоснабжают стенку глаза и центральную часть закладки. Из последней развивается стекловидное тело.

Хрусталик развивается из эктодермы, пришедшей в контакт с глазным пузырьком. В результате индукционных взаимодействий эта эктодерма утолщается (на 4–5 неделе) и превращается в хрусталиковую плакodu. По мере углубления глазного бокала, она впячивается в него, превращаясь сначала в ямку, а затем в пузырек. В конце 5 недели пузырек полностью отшнуровывается от эктодермы, а

в конце 6 недели клетки его проксимальной части начинают вытягиваться, формируя хрусталиковые волокна (рис. 3.61). Увеличение их числа происходит в течение всей последующей жизни. В них синтезируются белки кристаллины, обеспечивающие плотной волокнистой соединительной ткани, пронизанная своеобразно измененными сальными железами. Последние открываются на свободном крае век и выделяют жирный беловатый секрет. Снаружи от пластинки расположена *вековая часть* круговой мышцы глаза, относящейся к мимическим. У свободного края век расположены влагалища корневых луковиц ресниц. Внутренняя поверхность век выстлана оболочкой – *конъюнктивой*, которая продолжается на глазном яблоке, покрывая его свободную поверхность. Конъюнктивой ограничивается конъюнктивальный мешок, который содержит слезную жидкость, омывающую свободную поверхность глаза и обладающую бактерицидным свойством

У внутреннего угла глаза между краями век образуется пространство – *слезное озеро*, на дне его лежит маленькое возвышение – *слезное мяско*. На крае обоих век в этом месте находится по небольшому отверстию – *слезной точке*, это начало слезного канальца. Латеральнее слезного мясца конъюнктивой образует вертикально поставленную складочку – рудимент мигательной перепонки глаза низших позвоночных.

*Слезная железа* расположена в верхнелатеральной части глазницы, в одноименной ямке лобной кости. Выводные протоки железы (в числе 10–12) открываются в латеральной части конъюнктивального мешка. Слезная жидкость предохраняет роговицу от высыхания и смывает с нее пылевые частицы. Из конъюнктивального мешка слезная жидкость частично испаряется, а частично оттекает через *слезные канальцы*. Начинаясь слезными точками у медиального угла глаза, канальцы направляются под кожей век к *слезному мешку*, расположенному на медиальной стенке глазницы, и впадают в него. Слезный мешок, суживаясь книзу, переходит в слезно-носовый проток, который помещается в одноименном костном канале и открывается в нижний носовой ход.

Глазное яблоко приводится в движение шестью глазными мышцами: четырьмя прямыми и двумя косыми.

*Прямые мышцы* глаза берут начало от фиброзного кольца в окружности зрительного канала черепа. Мышцы прикрепляются к главному яблоку впереди его экватора по четырем сторонам – снаружи, изнутри, сверху и снизу, соответственно чему они и называются – *латеральная, медиальная, прозрачная хрусталика*. Дистальная часть закладки остается эпителиальной, полость по мере роста волокон уменьшается и становится щелевидной. Во внутриутробный период митотическая активность характерна для всех клеток хрусталика, в то время как после рождения она *верхняя и нижняя*. Эти мышцы благодаря своему положению вращают глазное яблоко вокруг вертикальной и фронтальной осей. Но только латеральная и медиальная мышцы поворачивают глаз прямо наружу и внутрь; верхняя же и нижняя – не только вверх и вниз, а немного и внутрь.

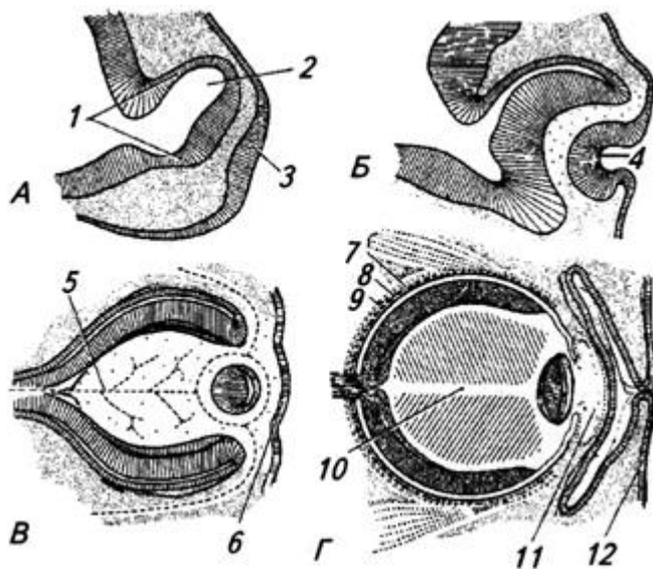


Рис. 3.60. Развитие глаза (по Пэттену):

А–Г – последовательные стадии; 1 – глазной стебелек; 2 – первичный глазной пузырек; 3 – эктодерма; 4 – хрусталиковая плакода; 5 – гиалоидные сосуды; 6 – эпителий роговицы; 7 – наружный слой сетчатки, 8 – сосудистая оболочка, 9 – склера; 10 – канал стекловидного тела; 11 – передняя камера; 12 – эпителий века

*Верхняя косая мышца* тоже начинается от упомянутого выше фиброзного кольца, направляется к медиальному углу глазницы и перекидывается здесь через блок лобной кости. После этого мышца меняет направление и под острым углом подходит к верхнелатеральной стороне глазного яблока, позади экватора, где и прикрепляется. При сокращении мышца поворачивает глазное яблоко так, что зрачок обращается вниз и наружу.

*Нижняя косая мышца* начинается от глазничной поверхности верхнечелюстной кости, идет поперек глазницы, огибая снизу глазное яблоко, и прикрепляется к его наружной поверхности позади экватора. Мышца направляет зрачок вверх и наружу, вращая глаз, как и верхняя косая, по сагиттальной оси.

*Жировое тело* заполняет пространство между стенками глазницы и глазным яблоком с его мышцами. Жировое тело образует мягкую и эластичную обкладку глазного яблока.

*Фасция* отделяет жировое тело от глазного яблока; между ними остается щелевидное пространство, которое обеспечивает подвижность глазного яблока.

**Проводниковый и центральный отделы зрительной сенсорной системы.** Проводниковый отдел начинается в *сетчатке* (рис. 3.62). Нейриты ее ганглиозных клеток складываются в *зрительные нервы*, которые, войдя через зрительные каналы в полость черепа, образуют перекрест. У низших позвоночных (амфибий, рептилий) в перекресте участвуют все волокна зрительных нервов, поэтому движения левого и правого глаза независимы, поля их зрения разделены, зрение монокулярное. У обезьян и человека перекрещивается около половины волокон зрительных нервов. Это обеспечивает согласованные движения глазных яблок и бинокулярное зрение. После перекреста каждый нерв называется *зрительным путем (трактом)*. В составе каждого зрительного тракта идут волокна от латеральной половины сетчатки глаза своей стороны и медиальной – другого глаза. Тракт огибает ножку мозга и разделяется на два корешка. Один из них заканчивается

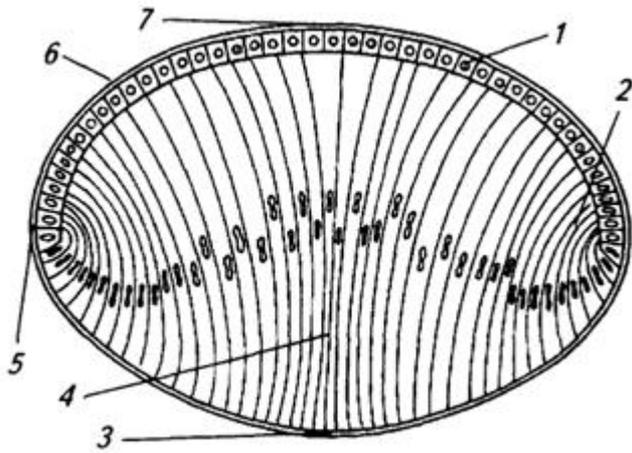


Рис. 3.61. Развитие хрусталика:

1 – эпителий хрусталика; 2 – новообразованные хрусталиковые волокна; 3 – задний полюс; 4 – первичные волокна хрусталика; 5 – экваториальный эпителий; 6 – капсула; 7 – передний полюс

сохраняется только у клеток, лежащих на экваторе. Дочерние клетки перемещаются в глубину хрусталика, перестают делиться, в них начинается синтез кристаллинов. Затем клетки утрачивают ядра и органеллы и остаются в виде волокон. Волокна, расположенные в центре хрусталика, в его ядре образовались еще во внутриутробный период. Ближе к периферии, в коре хрусталика, лежат волокна, образовавшиеся в более поздний период.

При погружении хрусталика под эктодерму, последняя наползает на него и образует радужную оболочку и ресничное тело. Вокруг закладки глаза из мезенхимы развиваются сосудистая оболочка и склера. К склере прикрепляются мышечные волокна, которые затем превращаются в мышцы глазного яблока. Эпителий, покрывающий

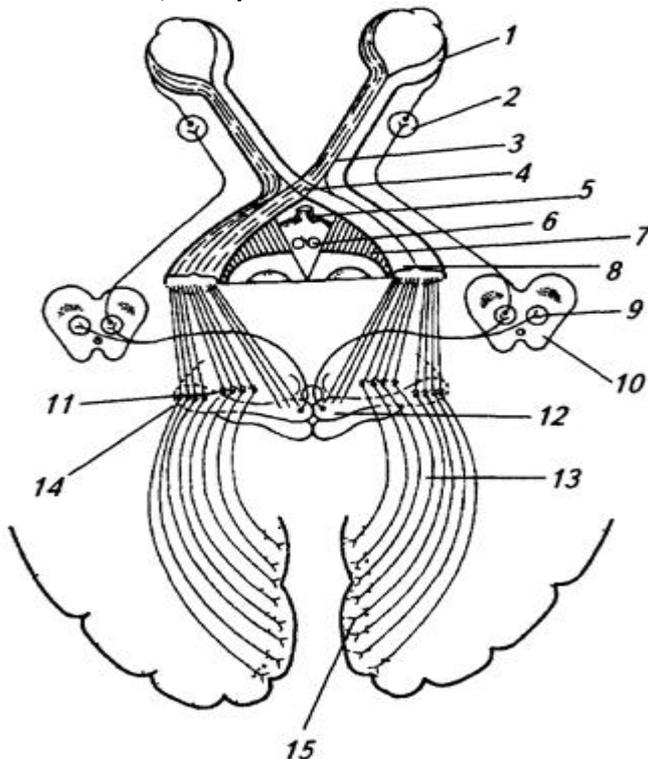


Рис. 3.62. Схема зрительных путей:

1 – сетчатка; 2 – ресничный узел; 3 – зрительный нерв; 4 – перекрест зрительных нервов (хиазма); 5 – гипоталамус; 6 – мамиллярные тела; 7 – ножка мозга; 8 – зрительный тракт; 9 – ядро глазодвигательного нерва; 10 – средний мозг; 11 – подушка таламуса; 12 – верхние бугорки четверохолмия; 13 – зрительная лучистость; 14 – латеральное коленчатое тело; 15 – зрительная область коры в *верхнем двухолмии*. Его волокна идут к ниже расположенным эффекторным ядрам ствола (глазодвигательного и других нервов), а также к мотонейронам спинного мозга (тектоспинальный путь). Благодаря этому осуществляются рефлекторные ответы на зрительные раздражения (например, произвольные движения головы и глаз). Нейроны верхнего двухолмия участвуют в рецепции движущихся объектов. На поверхности двухолмия имеется упорядоченная проекция сетчатки (ретинотопия). В глубоких слоях серого вещества лежат мотонейроны, отвечающие за движение глаз в определенном направлении. Оба типа нейронов (чувствительные поверхностные и моторные глубокие) связаны между собой. Нейроны, занимающие центральное положение, получают проекции от слуховой системы и соматической чувствительности верхней половины тела (голова, верхние конечности).

Другой корешок направляется к *подушке зрительного бугра* и *латеральному коленчатому телу*. Нейроны латерального коленчатого тела у приматов сгруппированы в 6 слоев (рис. 3.63). К каждому слою подходят аксоны от сетчатки только одного глаза. Кроме того, каждый участок сетчатки проецируется на определенную группу нейронов. Наибольшее количество нейронов воспринимает информацию от центральной части сетчатки, в том числе желтого пятна. Таким образом, здесь проявляется топическая организация проекции различных зон сетчатки. Нейроны латерального коленчатого тела обладают также цветовой чувствительностью. В подушке и латеральном коленчатом теле зрительные импульсы переключаются на следующий нейрон, волокна которого в составе зрительной лучистости идут к коре затылочной области больших полушарий.

Центральным проекционным полем зрительной системы является *поле*, закладку снаружи, становится роговицей. В ее внутренний слой мигрируют эндотелиальные клетки из сосудистой оболочки.

На 7 неделе эмбрионального периода начинают развиваться веки. Они возникают в виде складок кожи над роговицей, соединяются друг с другом и срастаются. На 6–7 месяце пренатального развития веки раскрываются. Слезные железы появляются на 9 неделе.

Положение глаз на голове также меняется в процессе развития. На 6 неделе глаза расположены по бокам головы, затем, по мере роста лицевых структур, глаза перемещаются на переднюю поверхность лица и к 10 неделе располагаются на ней почти как у взрослого.

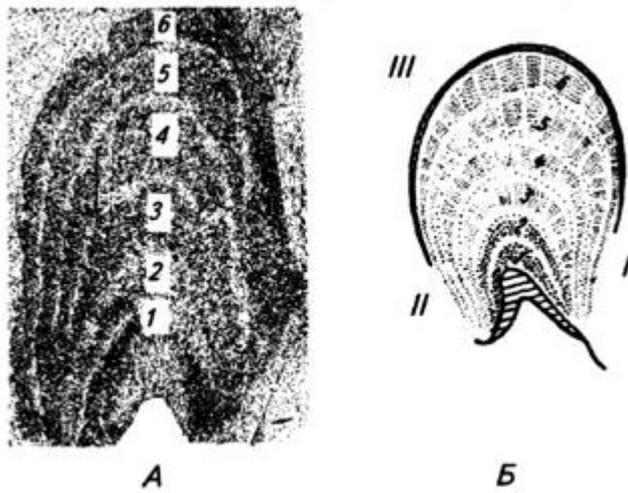


Рис. 3.63. Латеральное коленчатое тело:

*А* – гистологический препарат; *Б* – схема (по Сентаготан, 1973); *I*– медиальная сторона; *II* –вентральная сторона, *III*- дорсальная сторона, *1–6* – слои нейронов

От него ассоциативные волокна идут к полям 18 и 19, где расположены соответственно вторичная и третичная зрительные проекции. В эти поля проецируется также часть волокон зрительной лучистости. Поле 17 связано также с полями 21 и 7, а, кроме того, с верхним двухолмием, претектальной областью, подушкой таламуса и латеральным коленчатым телом, а поле 19 – с полями 17, 18, 21 и 7. Из поля 18 эфферентные волокна идут к претектальной области и подушке таламуса. Волокна, имеющие разную толщину и идущие от разных подкорковых структур, оканчиваются в разных слоях коры. Здесь также прослеживается четкая топическая организация; центральная часть сетчатки имеет более обширную проекцию. Электрофизиологически было установлено, что 84% нейронов зрительной коры реагируют при одновременной стимуляции сетчаток двух глаз, т.е. они ответственны за бинокулярное зрение (рис 3.64). Нейроны зрительной коры различаются не только по способности реагировать на моно- или бинокулярное раздражение, но и по реакции на

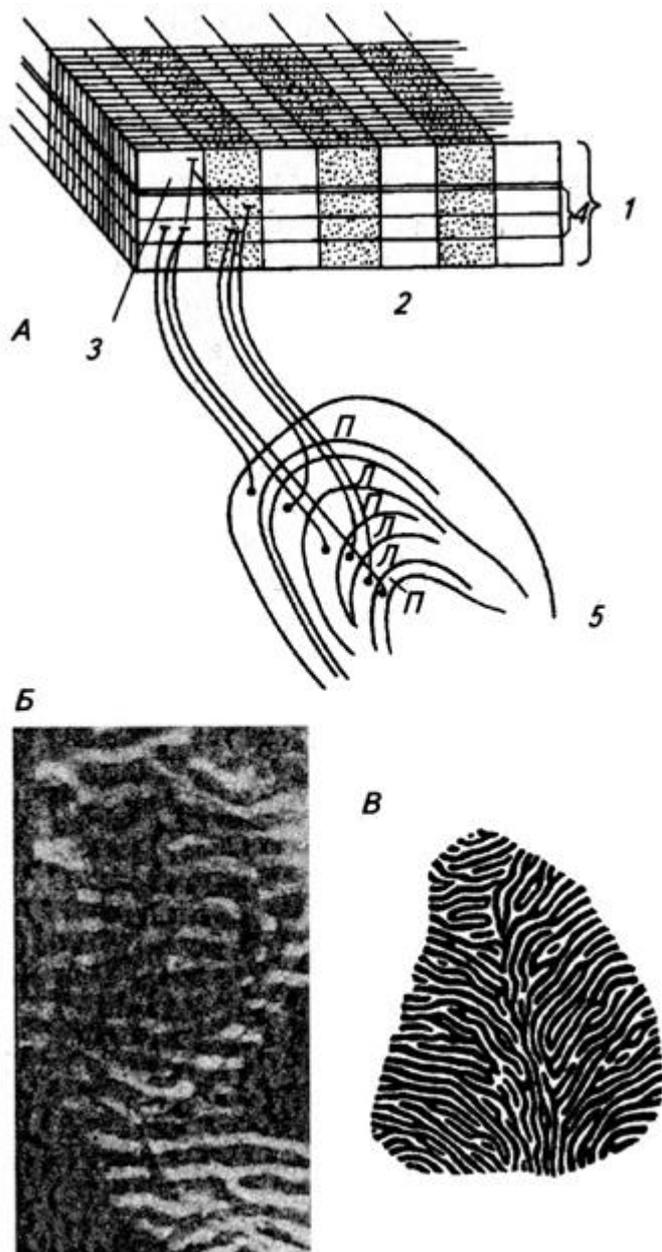


Рис. 3.64. Организация зрительной коры (по Хьюбелу, Визелю)

*A* – схема взаимоотношения между слоями латерального колленчатого тела и колонками в коре (IV слой); *Б* – препарат и *В* – схема расположения колонок глазодоминантности в слое IV на срезе, параллельном поверхности коры; 1 - IV слой зрительной коры, 2 – колонки глазодоминантности; 3 – сложные клетки (бинокулярные); 4 – простые клетки (монокулярные); 5 – латеральное колленчатое тело, Л – левый глаз, П – правый глаз

движение объекта, его размер и т.д., нейроны коры, образующие вертикальные связи друг с другом, складываются в *колонку*. Соседние колонки, реагирующие на возбуждение одного или другого глаза, были названы *колонками глазодоминантности* (рис. 3.64). Такие колонки были продемонстрированы морфологически: введение в один глаз меченых аминокислот позволило выявить на горизонтальных (тангенциальных) срезах коры причудливо пересекающиеся полосы (рис. 3.64, *Б*, *В*). Темные полосы на этой фотографии соответствуют локализации меченой аминокислоты (3H-пролин), введенной в один глаз. Аминокислота была доставлена из сетчатки в нейроны коры аксоплазматическим

транспортом по отросткам нейронов зрительных путей. Аналогичным образом была продемонстрирована слоистая организация латерального коленчатого тела (рис. 3.63).

В зрительном восприятии принимает участие нижневисочная область коры (поле 21). С ней связывают дифференциацию предметов по форме, отношение их к определенной категории, установлению равнозначности объектов, которые проецируются в разные зоны сетчатки. На активность нейронов этой зоны оказывают влияние миндалина и гиппокамп. Поле 7 принимает участие в организации пространственного зрения.

Для полного анализа предмета (его величины, расстояния от глаз и т.д.) к ощущениям от раздражения сетчатки прибавляются ощущения от раздражения проприорецепторов аккомодационных мышц ресничного тела, мышц, суживающих и расширяющих зрачок.

### **Слуховая сенсорная система**

Слуховая сенсорная система служит для восприятия и анализа звуковых колебаний внешней среды. Она приобретает у человека особо важное значение в связи с развитием речевого общения между людьми. Деятельность слуховой сенсорной системы имеет также значение для оценки временных интервалов — темпа и ритма движений.

#### **ОБЩИЙ ПЛАН ОРГАНИЗАЦИИ**

Слуховая сенсорная система состоит из следующих разделов: 1) периферический отдел, который представляет собой сложный специализированный орган, состоящий из наружного, среднего и внутреннего уха; 2) проводниковый отдел — первый нейрон проводникового отдела, находящийся в спиральном узле улитки, получает возбуждение от рецепторов внутреннего уха, отсюда информация поступает по его волокнам, т. е. по слуховому нерву ко второму нейрону в продолговатом мозге и после перекреста часть волокон идет к третьему нейрону в заднем двухолмии среднего мозга, а часть к ядрам промежуточного мозга — внутреннему коленчатому телу; 3) корковый отдел — представлен четвертым нейроном, который находится в первичном слуховом поле в височной области коры больших полушарий и обеспечивает возникновение ощущения, а более сложная обработка звуковой информации происходит в расположенном рядом вторичном слуховом поле, отвечающем за формирование восприятия и опознание информации. Полученные сведения поступают в третичное поле нижнетеменной зоны, где интегрируются с другими формами информации.

#### **ФУНКЦИИ НАРУЖНОГО, СРЕДНЕГО И ВНУТРЕННЕГО УХА**

Наружное ухо является звукоулавливающим аппаратом.

Звуковые колебания улавливаются ушными раковинами и передаются по наружному слуховому проходу к барабанной перепонке, которая отделяет наружное ухо от среднего.

Улавливание звука и весь процесс слушания двумя ушами — так называемый бинауральный слух — имеет значение для определения направления звука. Звуковые колебания, идущие сбоку, доходят до ближайшего уха на несколько десятитысячных долей секунды раньше, чем до другого. Этой

ничтожной разницы во времени прихода звука к обоим ушам достаточно, чтобы определить его направление.

Среднее ухо является звукопроводящим аппаратом. Оно представляет собой воздушную полость, которая через слуховую трубу соединяется с полостью носоглотки. Колебания от барабанной перепонки через среднее ухо передают соединенные друг с другом 3 слуховые косточки — молоточек, наковшья и стремячко, а последнее через перепонку овального окна передает эти колебания жидкости, находящейся во внутреннем ухе, — перилимфе. Благодаря слуховым косточкам амплитуда колебаний уменьшается, а сила их увеличивается, что позволяет приводить в движение столб жидкости во внутреннем ухе. При сильных звуках специальные мышцы уменьшают подвижность барабанной перепонки и слуховых косточек, адаптируя слуховой аппарат к таким изменениям раздражителя и предохраняя внутреннее ухо от разрушения. Благодаря соединению через слуховую трубу воздушной полости среднего уха с полостью носоглотки возникает возможность выравнивания давления по обе стороны барабанной перепонки, что предотвращает ее разрыв при значительных изменениях давления во внешней среде — при погружениях под воду, подъемах на высоту, выстрелах и пр. Это барофункция уха.

Внутреннее ухо является звуковоспринимающим аппаратом. Оно расположено в пирамидке височной кости и содержит улитку, которая у человека образует 2,5 спиральных витка. Улитковый канал разделен двумя перегородками основной мембраной и вестибулярной мембраной а 3 узких хода: верхний, средний и нижний. На вершине улитки имеется отверстие, соединяющее верхний и нижний каналы в единый, идущий от овального окна к вершине улитки и далее к круглому окну. Полость его заполнена жидкостью — перилимфой, а полость среднего перепончатого канала заполнена жидкостью иного состава — эндолимфой. В среднем канале расположен звуковоспринимающий аппарат — Кортиев орган, в котором находятся механорецепторы звуковых колебаний — волосковые клетки.

#### ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ВОСПРИЯТИЯ ЗВУКА

Восприятие звука основано на двух процессах, происходящих в улитке: 1) разделение звуков различной частоты по месту их наибольшего воздействия на основную мембрану улитки и 2) преобразование рецепторными клетками механических колебаний в нервное возбуждение. Звуковые колебания, поступающие во внутреннее ухо через овальное окно, передаются перилимфе, а колебания этой жидкости приводят к смещениям основной мембраны.

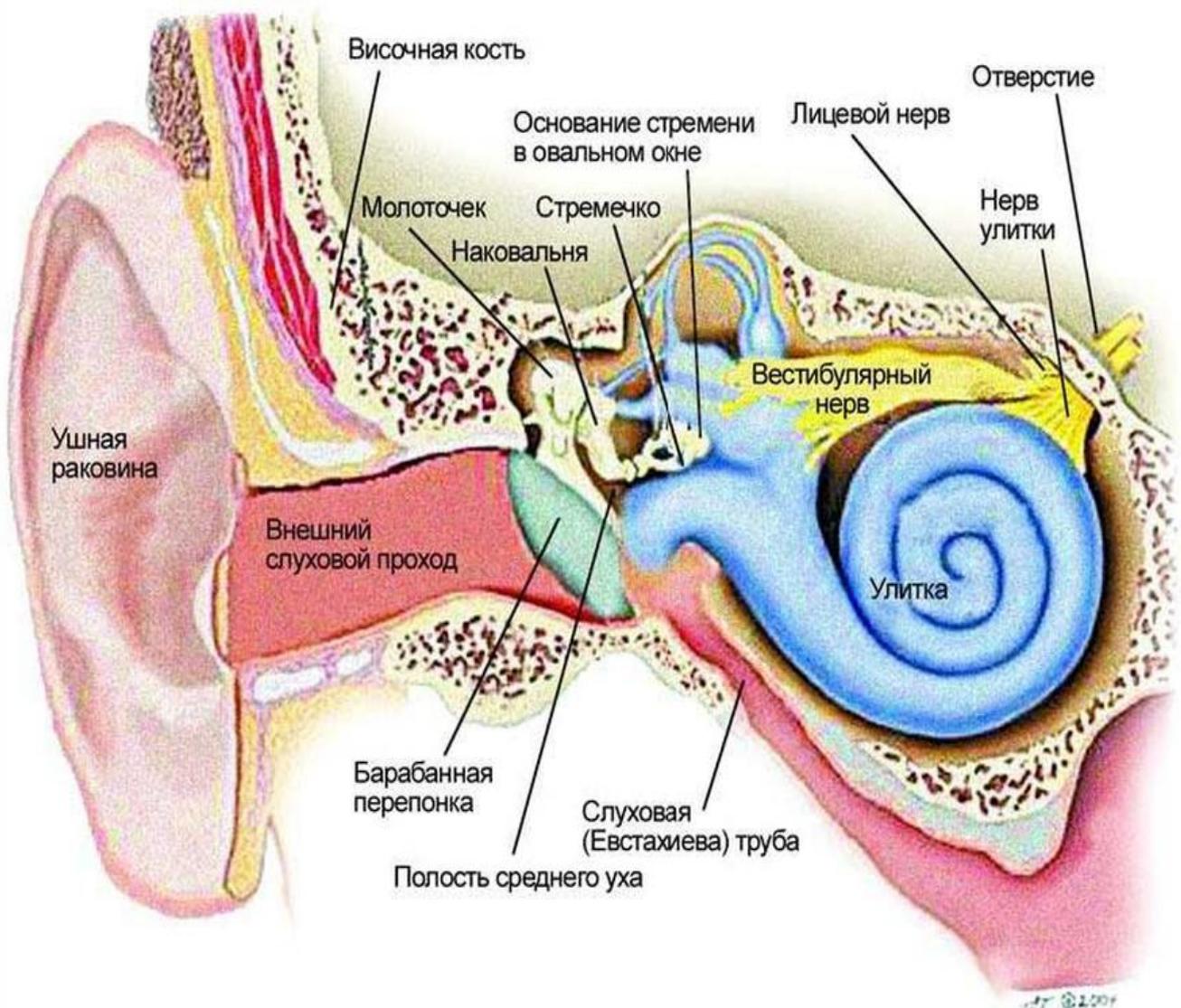
От высоты звука зависит высота столба колеблющейся жидкости и соответственно место наибольшего смещения основной мембраны: звуки высокой частоты дают наибольший эффект на начале основной мембраны, а низких частот — доходят до вершины улитки. Таким образом, при различных по частоте звуках возбуждаются разные волосковые клетки и разные нервные волокна, т. е. осуществляется пространственный код. Увеличение силы звука приводит к увеличению числа возбужденных волосковых клеток и нервных волокон, что позволяет различать интенсивность звуковых колебаний.

Волоски рецепторных клеток погружены в покровную мембрану. При колебаниях основной мембраны начинают смещаться находящиеся на ней

волосковые клетки и их волоски механически раздражаются покровной мембраной. В результате в волосковых рецепторах возникает процесс возбуждения, который по афферентным волокнам направляется к нейронам спирального узла улитки и далее в ЦНС.

Различают костную и воздушную проводимость звука. В обычных условиях у человека преобладает воздушная проводимость — проведение звуковых колебаний через наружное и среднее ухо к рецепторам внутреннего уха. В случае костной проводимости звуковые колебания передаются через кости черепа непосредственно улитке.

Человек обычно воспринимает звуки с частотой от 15 до 20000 Гц. У детей верхний предел достигает 22000 Гц, с возрастом он понижается. Наиболее высокая чувствительность обнаружена в области частот от 1000 до 3000 Гц. Эта область соответствует наиболее часто встречающимся частотам человеческой речи и музыки.



### Двигательная сенсорная система

Двигательная сенсорная система служит для анализа состояния двигательного аппарата — его движения и положения. Информация о степени

сокращения скелетных мышц, натяжении сухожилий, изменении суставных углов необходима для регуляции двигательных актов и поз.

## ОБЩИЙ ПЛАН ОРГАНИЗАЦИИ

Двигательная сенсорная система состоит из следующих 3-х отделов:

- 1) периферический отдел, представленный проприо-рецепторами, расположенными в мышцах, сухожилиях и суставных сумках;
- 2) проводниковый отдел, который начинается биполярными клетками, тела которых расположены вне ЦНС — в спинномозговых узлах. Один их отросток связан с рецепторами, другой входит в спинной мозг и передает проприоцептивные импульсы ко вторым нейронам в продолговатый мозг, а далее к третьим нейронам — релейным ядрам таламуса;
- 3) корковый отдел находится в передней центральной извилине коры больших полушарий.

## ФУНКЦИИ ПРОПРИОРЕЦЕПТОРОВ

К проприорецепторам относятся мышечные веретена, сухожильные органы и суставные рецепторы. Все эти рецепторы представляют собой механорецепторы, специфическим раздражителем которых является их растяжение.

Мышечные веретена прикрепляются к мышечным волокнам параллельно — один конец к сухожилию, а другой — к волокну. Каждое веретено покрыто капсулой, образованной несколькими слоями клеток, которая в центральной части расширяется и образует ядерную сумку. Внутри веретена содержится несколько тонких внутри веретенных или так называемых интрафузальных мышечных волокон. Эти волокна в 2-3 раза тоньше обычных волокон скелетных мышц.

Интрафузальные волокна подразделяются на два типа: 1) длинные, толстые, с ядрами в ядерной сумке, которые связаны с наиболее толстыми и быстропроводящими афферентными нервными волокнами — они информируют о динамическом компоненте движения и 2) короткие, тонкие, с ядрами, вытянутыми в цепочку, информирующие о статическом компоненте. Окончания афферентных нервных волокон намотаны на интрафузальные волокна рецептора. При растяжении скелетной мышцы происходит растяжение и мышечных рецепторов, которое деформирует окончания нервных волокон и вызывает появление в них нервных импульсов. Частота проприоцептивной импульсации возрастает с увеличением растяжения мышцы, а также при увеличении скорости ее растяжения. Тем самым нервные центры информируются о скорости растяжения мышцы и ее длине. Вследствие малой адаптации импульсация от мышечных веретен продолжается в течение всего периода поддержания растянутого состояния, что обеспечивает постоянную осведомленность центров о длине мышцы. Чем более тонкие и координированные движения осуществляют мышцы, тем больше в них мышечных веретен: у человека в глубоких мышцах шеи, связывающих позвоночник с головой, среднее их число составляет 63, а в мышцах бедра и таза — менее 5 веретен на 1 г массы мышцы.

ЦНС может тонко регулировать чувствительность проприорецепторов. Разряды мелких гамма-мотонейронов спинного мозга вызывают сокращение интрафузальных мышечных волокон по обе стороны от ядерной сумки веретена. В результате средняя несократимая часть мышечного веретена растягивается, и

деформация отходящего отсюда нервного волокна вызывает повышение его возбудимости. При той же длине скелетной мышцы в нервные центры при этом будет поступать большее число афферентных им-пульсов. Это позволяет, во-первых, выделять проприоцептивную им пульсацию на фоне другой афферентной информации и, во-вторых, увеличивать точность анализа состояния мышц. Повышение чувствительности веретен происходит во время движения и даже в предстартовом состоянии. Это объясняется тем, что в силу низкой возбудимости гамма-мотонейронов их активность в состоянии покоя выражена слабо, а при произвольных движениях и вестибулярных реакциях она активируется. Чувствительность проприорецепторов повышается также при умеренных раздражениях симпатических волокон и выделении небольших доз адреналина. Сухожильные органы расположены в месте перехода мышечных волокон в сухожилия. Сухожильные рецепторы оплетают тонкие сухожильные волокна, окруженные капсулой. В результате последовательного крепления сухожильных органов к мышечным волокнам, растяжение сухожильных механорецепторов происходит при напряжении мышц. Таким образом, в отличие от мышечных веретен, сухожильные рецепторы информируют нервные центры о степени напряжения мышц и скорости его развития.

Суставные рецепторы информируют о положении отдельных частей тела в пространстве и относительно друг друга. Эти рецепторы представляют собой свободные нервные окончания или окончания, заключенные в специальную капсулу. Одни суставные рецепторы посылают информацию о величине суставного угла, т. е. о положении сустава. Их импульсация продолжается в течение всего периода сохранения данного угла. Она тем большей частоты, чем больше сдвиг угла. Другие суставные рецепторы возбуждаются только в момент движения в суставе, т. е. посылают информацию о скорости движения. Частота их импульсации возрастает с увеличением скорости изменения суставного угла.

Сигналы, идущие от рецепторов мышечных веретен, сухожильных органов, суставных сумок и тактильных рецепторов кожи, называют кинестетическими, т. е. информирующими о движении тела. Их участие в произвольной регуляции движений различно. Сигналы от суставных рецепторов вызывают заметную реакцию в коре больших полушарий и хорошо осознаются. Благодаря им человек лучше воспринимает различия при движениях в суставах, чем различия в степени напряжения мышц при статических положениях или поддержании веса. Сигналы же от других проприорецепторов, поступающие преимущественно в мозжечок, обеспечивают бессознательную регуляцию, подсознательный контроль движений и поз.

## **Вестибулярная сенсорная система**

Вестибулярная сенсорная система служит для анализа положения и движения тела в пространстве. Это одна из древнейших сенсорных систем, развившаяся в условиях действия силы тяжести на земле. Импульсы вестибулярного аппарата используются в организме для поддержания равновесия тела, для регуляции и сохранения позы, для пространственной организации движений человека.

## **ОБЩИЙ ПЛАН ОРГАНИЗАЦИИ**

- 1) Вестибулярная сенсорная система состоит из следующих отделов: периферический отдел включает два образования, содержащие механорецепторы вестибулярной системы — преддверие и полукружные каналы;
- 2) проводниковый отдел начинается от рецепторов волокнами биполярной клетки вестибулярного узла, расположенного в височной кости, другие отростки этих нейронов образуют вестибулярный нерв и вместе со слуховым нервом в составе 8-ой пары черепно-мозговых нервов входят в продолговатый мозг; в вестибулярных ядрах продолговатого мозга находятся вторые нейроны, импульсы от которых поступают к третьим нейронам в таламусе;
- 3) корковый отдел представляют четвертые нейроны, часть которых представлена в проекционном поле вестибулярной системы в височной области коры, а другая часть — находится в непосредственной близости к пирамидным нейронам моторной области коры и в постцентральной извилине. Точная локализация коркового отдела вестибулярной сенсорной системы у человека в настоящее время не установлена.

### ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ВЕСТИБУЛЯРНОГО АППАРАТА

Периферический отдел вестибулярной сенсорной системы находится во внутреннем ухе. Каналы и полости в височной кости образуют костный лабиринт вестибулярного аппарата, который частично заполнен перепончатым лабиринтом. Между костным и перепончатым лабиринтами находится жидкость — перилимфа, а внутри перепончатого лабиринта — эндолимфа.

Аппарат преддверия предназначен для анализа действия силы тяжести при изменениях положения тела в пространстве и ускорений прямолинейного движения. Перепончатый лабиринт преддверия разделен на 2 полости — мешочек и маточку, содержащих отолитовые приборы. Механорецепторы отолитовых приборов представляют собой волосковые клетки. Они склеены студнеобразной массой, образующей поверх волосков отолитовую мембрану, в которой находятся кристаллы углекислого кальция — отолиты. В маточке отолитовая мембрана расположена в горизонтальной плоскости, а в мешочке она согнута и находится во фронтальной и сагиттальной плоскостях. При изменении положения головы и тела, а также при вертикальных или горизонтальных ускорениях отолитовые мембраны свободно перемещаются под действием силы тяжести во всех трех плоскостях, натягивая, сжимая или сгибая при этом волоски механорецепторов. Чем больше деформация волосков, тем выше частота афферентных импульсов в волокнах вестибулярного нерва.

Аппарат полукружных каналов служит для анализа действия центробежной силы при вращательных движениях. Адекватным его раздражителем является угловое ускорение. Три дуги полукружных каналов расположены в трех взаимно перпендикулярных плоскостях: передняя — во фронтальной плоскости, боковая — в горизонтальной, задняя — в сагиттальной. В одном из концов каждого канала имеется расширение — ампула. Находящиеся в ней волоски чувствительных клеток склеены в гребешок — ампулярную купулу. Она представляет собой маятник, который может отклоняться в результате разности давления эндолимфы на противоположные поверхности купулы. При вращательных движениях в результате инерции эндолимфа отстает от движения костной части и оказывает давление на одну из поверхностей купулы. Отклонение купулы изгибает волоски

рецепторных клеток и вызывает появление нервных импульсов в вестибулярном нерве. Наибольшие изменения в положении купулы происходят в том полукружном канале, положение которого соответствует плоскости вращения.

В настоящее время показано, что вращения или наклоны в одну сторону увеличивают афферентную импульсацию, а в другую сторону — уменьшают ее. Это позволяет различать направление прямолинейного или вращательного движения.

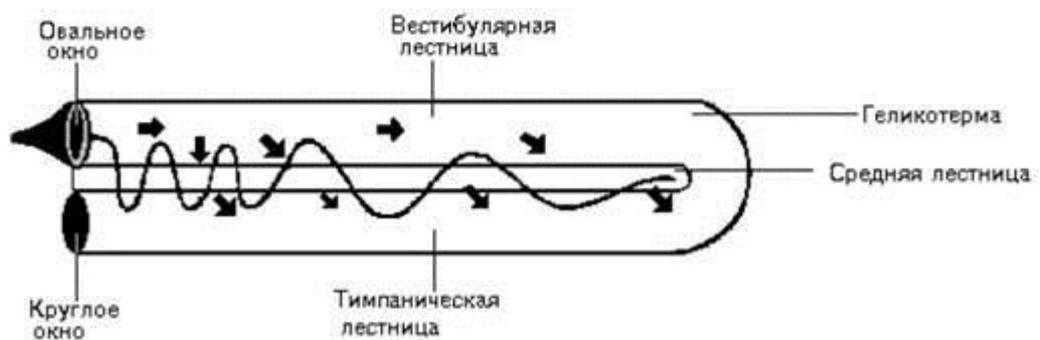
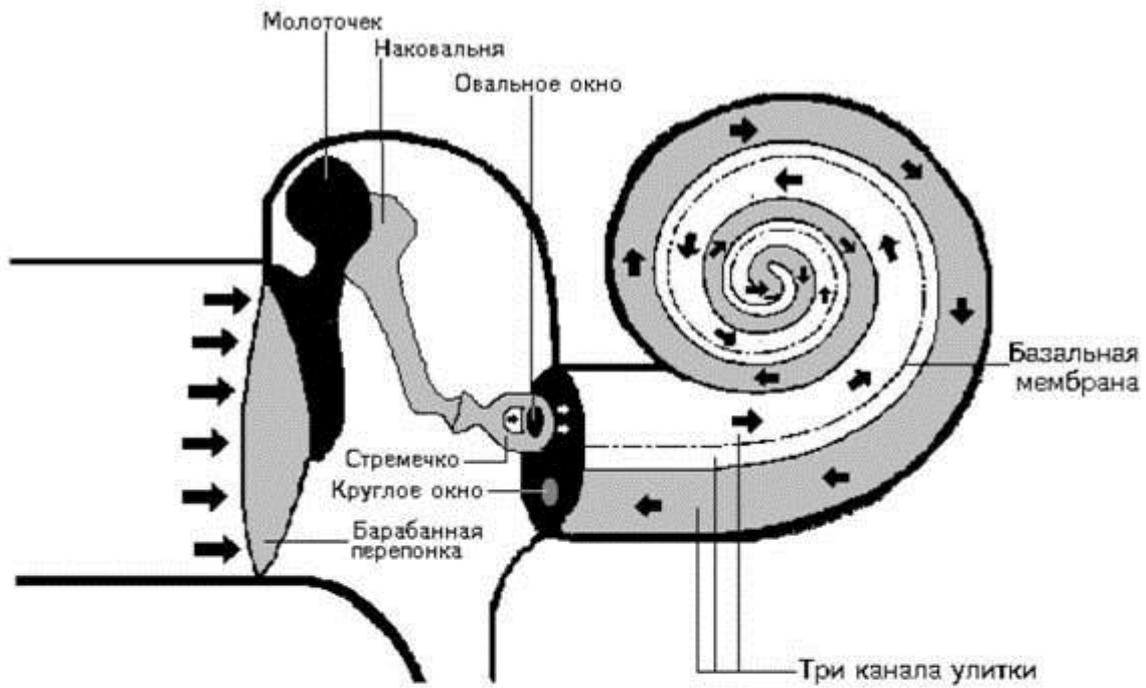
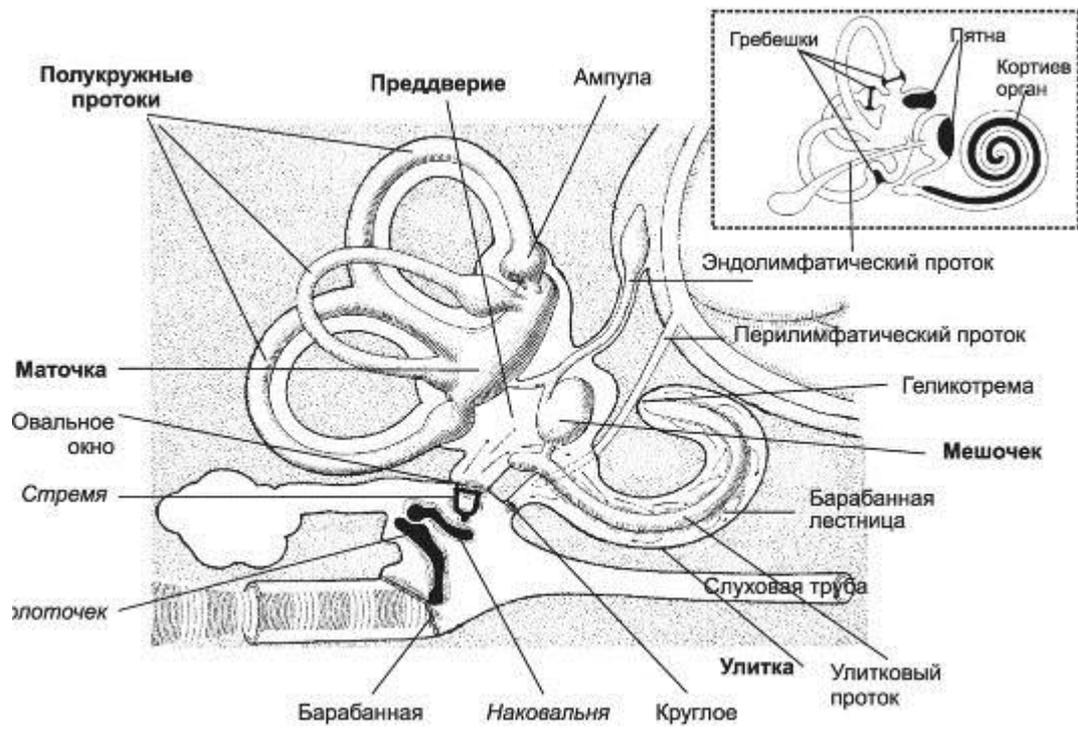
## ВЛИЯНИЯ РАЗДРАЖЕНИЙ ВЕСТИБУЛЯРНОЙ СИСТЕМЫ НА ДРУГИЕ ФУНКЦИИ ОРГАНИЗМА

Вестибулярная сенсорная система связана со многими центрами спинного и головного мозга и вызывает ряд вестибуло-соматических и вестибуло-вегетативных рефлексов.

Вестибулярные раздражения вызывают установочные рефлексы изменения тонуса мышц, лифтные рефлексы, а также особые движения глаз, направленные на сохранение изображения на сетчатке, — нистагм.

Помимо основной анализаторной функции, важной для управления позой и движениями человека, вестибулярная сенсорная система оказывает разнообразные побочные влияния на многие функции организма, которые возникают в результате иррадиации возбуждения на другие нервные центры при низкой устойчивости вестибулярного аппарата. Его раздражение приводит к снижению возбудимости зрительной и кожной сенсорных систем, ухудшению точности движений. Вестибулярные раздражения приводят к нарушениям координации движений и походки, изменениям частоты сердцебиения и артериального давления, увеличению времени двигательной реакции и снижению частоты движений, ухудшению чувства времени, изменению психических функций — внимания, оперативного мышления, кратковременной памяти, эмоциональных проявлений. В тяжелых случаях возникают головокружения, тошнота, рвота. Повышение устойчивости вестибулярной системы достигается в большей мере активными вращениями человека, чем пассивными.

В условиях невесомости возникает утрата представления о направлении гравитационной вертикали и пространственном положении тела. Теряются навыки ходьбы, бега. Ухудшается состояние нервной системы, возникает повышенная раздражительность, нестабильность настроения.



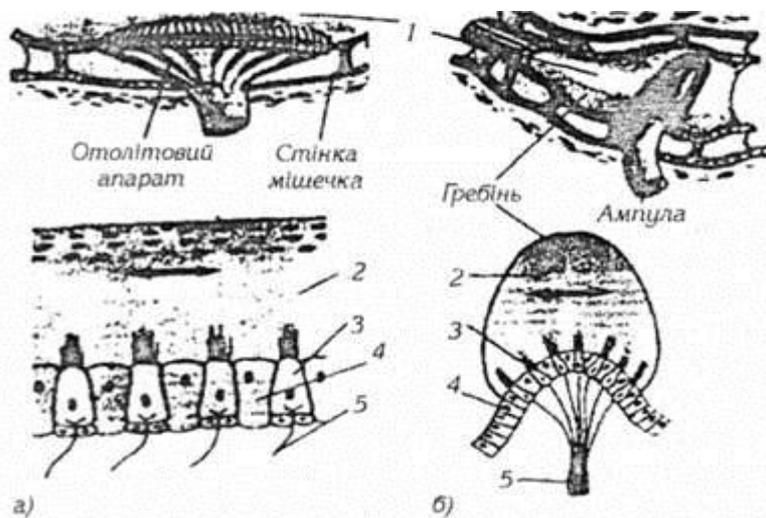


Рис. 18. Рецептори рівноваги та їхнє розміщення у вестибулярному апараті:

а — рецептори присінку; б — рецептори півокових каналів); 1 — ендолімфа; 2 — драглиста маса; 3 — волоскові чутливі клітини; 4 — опорні клітини; 5 — волокна вестибулярного нерва

### Контрольные вопросы:

1. Что такое анализатор? Какое строение он имеет?
2. В какой структуре анализатора происходит осприятие раздражителя?
3. Как сигнал попадает в место его распознавания?
4. Где происходит распознавание раздражителя?
5. Какова роль зрения в жизни челвоека?
6. Что такое бинокулярное зрение и каково его занчение?
7. Что такое стереоскопическое зрение и каково его значение?
8. Почему в сумерки мы не различаем окраску предметов?
9. Где происходит восприятие слуха?
10. Какая чатсь органа слуха усиливает попадающие в него слухи?
11. В какой части слухового анализатора происходит окончательное различие звуков?
12. Чем заполнена полость внутреннего уха?
13. Что находится во внутреннем ухе?
14. Что определяется частотой колебаний звука?
15. Что такое «морская болезнь»?
16. Почему подготовка космонавтов включает тренировку вестибулярного аппарата?
17. При помощи каких органов чувств космонавты, находящиеся в состоянии невесомости, определяют положение своего тела?
18. Правила гигиены вестибулярного аппарата.
19. Основные компоненты двигательной системы.

### Литература

1. Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И., Гайворонский А.И. Анатомия и физиология человека. — М.: «Академия», 2011.
2. Миловзорова М. С. Анатомия и физиология человека. М: Медицина, 1972.
3. Федюкович Н.И. Анатомия и физиология человека. Ростов-на-Дону: «Феникс», 2009.

## **Тема 10: Сенсорные системы: висцеральная, температурная, тактильная, болевая.**

*План:*

1. *Висцеральная сенсорная система:*
  - ✓ *Функции интеррецепторов;*
  - ✓ *Строение висцеральной сенсорной системы;*
  - ✓ *Периферический отдел;*
  - ✓ *Проводниковый отдел;*
  - ✓ *Центральный отдел;*
  - ✓ *Висцеральное восприятие.*
2. *Температурная сенсорная система:*
  - ✓ *Характеристика периферического отдела температурного анализатора;*
  - ✓ *Передача и переработка информации от терморецепторов*
3. *Тактильная сенсорная система:*
  - ✓ *Значение тактильной сенсорной системы;*
  - ✓ *Рецепторы осязательного анализатора;*
  - ✓ *Проведение осязательной информации в центральный отдел;*
  - ✓ *Корковый уровень анализа тактильной информации.*
4. *Болевая сенсорная система:*
  - ✓ *Болевые рецепторы;*
  - ✓ *Афферентные ноцицептивные волокна и центральная обработка информации.*

### **Висцеральная сенсорная система**

**Висцеральная сенсорная система** — система рецепторов внутренних органов(**интерорецепторов**).

Висцеральная сенсорная система воспринимает изменения внутренней среды организма и поставляет центральной и вегетативной нервной системе информацию, необходимую для рефлекторной регуляции работы всех внутренних органов.

Функции интерорецепторов:

- восприятие изменений внутренней среды организма;
- участие в регуляции работы внутренних органов;
- обеспечение взаимосвязи в работе внутренних органов;
- поддержание гомеостаза;
- формирование защитно-приспособительных реакций.

#### **СТРОЕНИЕ ВИСЦЕРАЛЬНОЙ СЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ**

**Периферический отдел:** рецепторы внутренних органов (механорецепторы, хеморецепторы, терморецепторы).

**Проводниковый отдел:**

- чувствительные (афферентные) волокна спинномозговых и черепно-мозговых нервов;
- восходящие пути спинного мозга;

- центры, расположенные в спинном мозге, в стволе и в подкорковых ядрах головного мозга.

**Центральный отдел:** сенсорные зоны коры больших полушарий.

**ПЕРИФЕРИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ: ИНТЕРОРЕЦЕПТОРЫ**

Интерорецепторы	Функция
хеморецепторы	саморегуляция дыхания (реакция на повышение концентрации CO <sub>2</sub> ) рефлекторное выделение желудочного сока рефлекторные кашель и рвота
механорецепторы давления	рефлекторные акты мочеиспускания и дефекации (реакция на изменение давления в полых органах) рефлекторные кашель и рвота регуляция частоты сердечных сокращений (реакция на растяжение стенок кровеносных сосудов)
терморецепторы	начальный этап терморегуляции участвуют в регуляции работы почек
осморецепторы (в печени и гипоталамусе)	регуляция работы почек питьевое поведение возможно, выделение ионов натрия почкой

#### ПРОВОДНИКОВЫЙ ОТДЕЛ

**Блуждающий нерв:** передача сигнала от интерорецепторов органов грудной и брюшной полости в ЦНС.

**Чревный нерв:** передача сигналов от интерорецепторов желудка, брыжейки и тонкого отдела кишечника в ЦНС.

**Тазовый нерв:** передача сигналов от интерорецепторов органов малого таза (половая и мочевыделительная системы, нижний отдел пищеварительного тракта).

В передаче сигналов участвуют ствол головного мозга и промежуточный мозг.

## ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ

Центральным отделом висцеральной сенсорной системы являются чувствительные зоны коры больших полушарий, расположенные в основном в теменной доле в области Роландовой борозды (см. рис.).

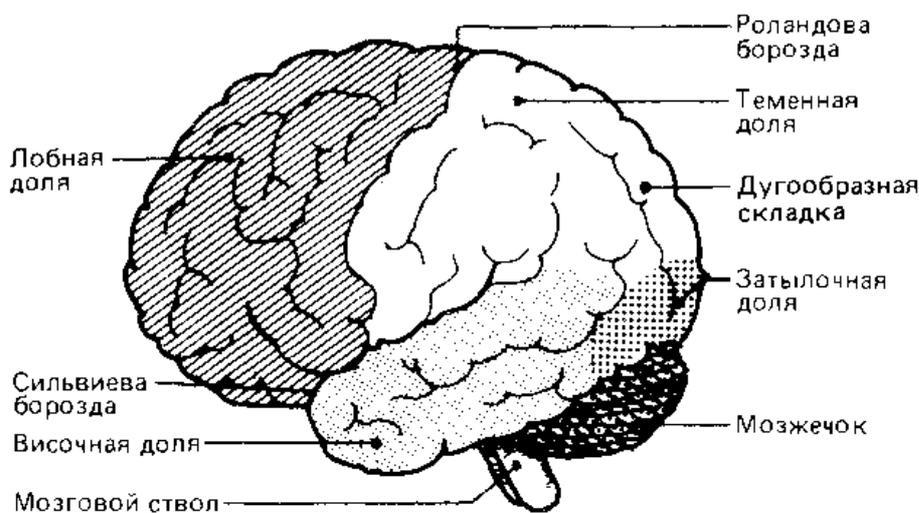


Рис. Доли коры больших полушарий

Однако в формировании условных рефлексов с участием интерорецепторов участвует лимбическая система (зона ствола мозга, отвечающая за вегетативные функции) и ассоциативные зоны коры большого мозга.

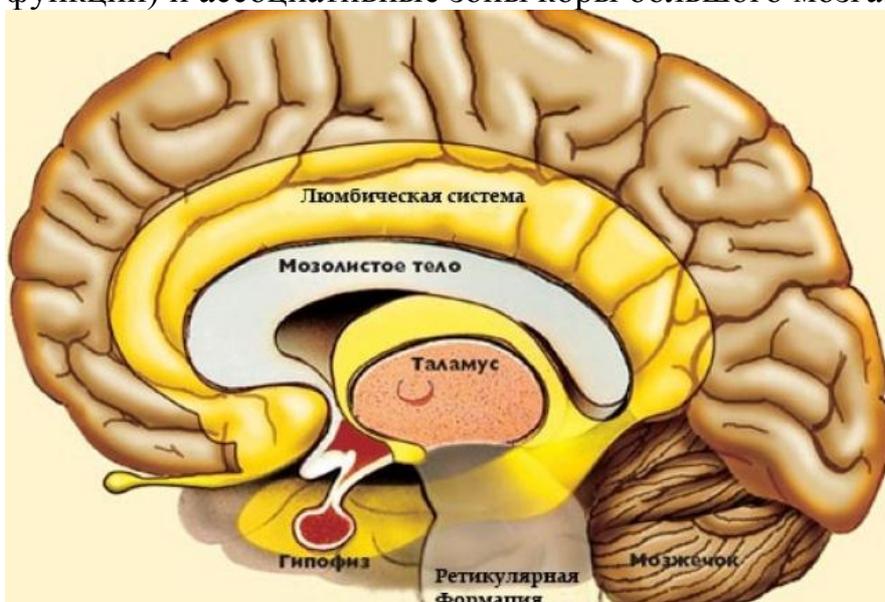


Рис. Лимбическая система

### Висцеральное восприятие

Сигналы интерорецепторов осознаются человеком, если они являются стимулом для произвольных действий. Например, механорецепторы и барорецепторы (рецепторы давления и растяжения) стенок мочевого пузыря и прямой кишки подают осознаваемые нами сигналы к мочеиспусканию и дефекации.

Однако большинство интерорецепторных сигналов не осознаются человеком, а воспринимаются только на уровне вегетативной нервной системы: например, возбуждение интерорецепторов сердца и сосудов. Только при выраженном патологическом процессе внутренних органов эти сигналы доходят до сознания в виде болевых ощущений.

Вместе с тем интерорецепторные сигналы, доходя до коры больших полушарий, влияют на активность других нервных центров, что может проявляться в изменении настроения, самочувствия и поведения.

Интерорецепторы участвуют в образовании новых условно-рефлекторных связей, составляющих пищевое, половое и другие формы поведения.

### **Температурная сенсорная система.**

Температура тела человека колеблется в сравнительно узких пределах. Именно поэтому информация о температуре внешней среды, необходимой для деятельности механизмов терморегуляции, имеет особо важное значение. Обеспечением мозга такой информацией и занимается температурный анализатор.

► **Характеристика периферического отдела температурного анализатора.** Кожные терморецепторы распределены неравномерно - больше их на коже лица и шеи. В среднем на  $1 \text{ мм}^2$  поверхности кожи приходится 1 терморецептор. Все кожные терморецепторы принято разделять на *холодовые* и *тепловые*. Гистологически на окончаниях холодных рецепторов выявляется специальная структура, для тепловых же гистологической специализации не обнаружено – считается, что их функцию выполняют свободные неинкапсулированные нервные окончания (см. р. 4.1). Таким образом, первые являются специфическими, т.е. не чувствительными к нетермическим стимулам, а вторые реагируют и на механическое воздействие. Терморецепторы реагируют на изменение температуры повышением частоты импульсов, устойчиво длящимся в течение всего времени действия стимула. Это повышение пропорционально изменению температуры. Так, частота импульсации холодных рецепторов повышается по мере падения температуры от  $33-40^\circ\text{C}$  и достигает максимума при температуре  $17-26^\circ\text{C}$ . Частота импульсации у тепловых рецепторов возрастает при переходе примерно от  $30$  до  $43^\circ\text{C}$ , а затем резко падает (однако, по данным ряда авторов, у млекопитающих тепловые рецепторы «молчат» примерно до  $37^\circ\text{C}$ ). Это дает ЦНС более детальную информацию о термических процессах в коже.

Холодовые рецепторы располагаются на глубине  $0,17$  мм от поверхности кожи, т.е. в базальном слое эпидермиса. Общее число таких рецепторов достигает  $250000$ . Это медленно адаптирующиеся рецепторы. Тепловые рецепторы залегают глубже – на расстоянии  $0,3$  мм от поверхности кожи. Всего их около  $30000$ , т.е. почти в 8 раз меньше, чем холодных. Среди холодных и тепловых рецепторов имеются разные по чувствительности популяции рецепторов: одни реагируют на изменение температуры, равное  $0,1^\circ\text{C}$  (высокочувствительные рецепторы), другие – на изменение температуры, равное  $1^\circ\text{C}$  (рецепторы средней чувствительности), третьи – на изменение в  $10^\circ\text{C}$  (высокопороговые, или рецепторы низкой чувствительности). При очень высоких температурах многие терморецепторы сигнализируют также острую боль.

В узком нейтральном диапазоне, который соответствует нормальной температуре кожи того или иного представителя теплокровных (гомойтермных) животных в состоянии теплового комфорта (равновесия), тепловые и холодные рецепторы имеют низкий уровень активности. Но тем не менее даже небольшой

сдвиг (на 0,2 °С) в ту или другую сторону воспринимается быстро и точно, что способствует высокой эффективности терморегуляции.

Деятельность терморцепторов характеризуется отсчетом температуры относительно нормальной температуры тела: все, что оказывается ниже этой температуры, кажется холодным, все, что выше – теплым и горячим.

► **Передача и переработка сенсорной информации от терморцепторов.** Проведение информации от рецепторов осуществляется по *латеральному спиноталамическому пути, или пути болевой и температурной чувствительности*. Он начинается афферентными нейронами, аксоны которых в виде безмиелиновых волокон заканчиваются на различных ядрах серого вещества задних рогов спинного мозга. Аксоны этих спинальных нейронов переходят на противоположную сторону спинного мозга и в составе боковых канатиков идут через продолговатый мозг, мост, ножки среднего мозга к таламусу. Часть информации достигает его вентробазальных (специфических) ядер, а часть – вентральных (неспецифических) ядер. Небольшая часть волокон направляется в ядра ствола мозга и гипоталамуса, который является главной структурой, отвечающей за температурный гомеостаз.

Надо заметить, что нейроны специфических ядер таламуса лишь частично дают проекции в соматосенсорную зону (SI) коры больших полушарий. При этом на уровне таламических ядер и нейронов коры отсутствует точное представление терморцепторов поверхности тела, хотя известно, что рецепторные поля большинства терморцепторов локальны.

Формирование теплоощущения (тепло, холодно, температурный комфорт или температурный дискомфорт) возможно только благодаря тому, что поток импульсов направляется не только к SI, но и еще к *лимбической системе*.

### **Тактильная сенсорная система.**

Тактильная сенсорная система, наряду с проприорецептивной, зрительной и вестибулярной сенсорными системами, «поставляет» головному мозгу информацию о положении и движении тела в пространстве, о положении его отдельных частей. Кроме того, она играет важную роль в ориентации человека в окружающей среде (особенно сильно кожное осязание развивается у слепых и слепоглухонемых, позволяя тем самым таким людям избегать воздействия повреждающего агента). Благодаря тактильной сенсорной системе осуществляется контакт грудного ребенка с матерью, выполнение различных игровых, образовательных и трудовых операций, интимные отношения между мужчиной и женщиной, ощущение комфорта от носимой одежды. В принципе, такие примеры, доказывающие значение тактильной рецепции, можно перечислять еще и еще. Скажем только одно – нарушение этого вида чувствительности существенно снижает адаптационные возможности человека и лишает его многих радостей жизни. Особое место тактильная сенсорная система занимает у млекопитающих, выполняя жизненно важные функции – тактильное исследование окружающей среды, питание, звукообразование и т.д.

Тактильная чувствительность резко повышена на участках тела, которые покрыты волосами. Это объясняется тем, что волосы играют роль рычажков и усиливают передачу раздражения в несколько раз, а так как 95% поверхности

человеческого тела покрыто волосами, на некоторых участках едва заметными, то любое прикосновение к поверхности тела резко усиливается.

► **Рецепторы осязательного анализатора.** Различают следующие основные механорецепторы – свободные неинкапсулированные нервные окончания, свободные нервные окончания волосяных фолликулов, диски Меркеля, тельца Руффини, тельца Мейснера и тельца Пачини. Строение указанных рецепторов различно, они распределены неравномерно и локализируются на разной глубине кожи. Первые два типа рецепторов относятся к первичным (являются окончаниями дендрита чувствительного нейрона), остальные – ко вторичным (представляют собой инкапсулированные специализированные клетки, трансформирующие механическое воздействие в рецепторный потенциал, который передается на дендрит чувствительного нейрона). Рассмотрим отдельные виды рецепторов (рис. 4.1).

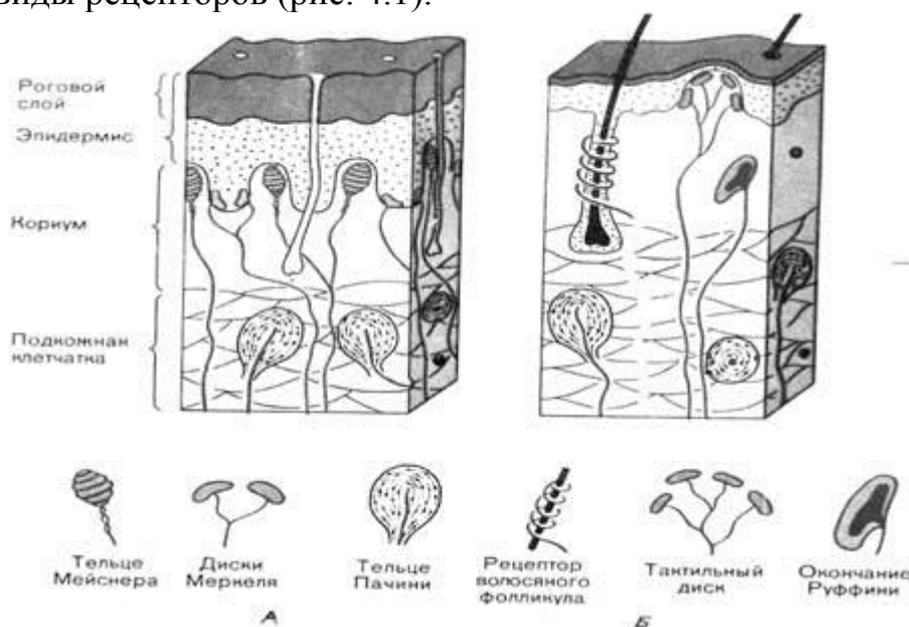


Рис. 4.1. Схема строения и положения механорецепторов в коже, на не покрытых волосами (А) и волосистых (Б) участках кожи.

Свободные неинкапсулированные нервные окончания являются самыми распространенными рецепторами кожи. Они находятся в основном в сосочковом слое дермы – обычно идут вдоль мелких сосудов и представляют собой разветвления дендрита афферентных нейронов. Первоначально их считали рецепторами боли, но в настоящее время их рассматривают как полимодальные рецепторы, отвечающие и на болевые, и на температурные, и на механические стимулы. Это медленно адаптирующиеся рецепторы: продолжают отвечать весь период времени, пока действует стимул.

Свободные нервные окончания волосяных фолликулов также представляют собой разветвления дендрита афферентного нейрона, которые оплетают волосяную сумку. Обычно фолликул получает волокна от нескольких чувствительных нейронов, но в то же время один и тот же дендрит чувствительного нейрона иннервирует несколько волосяных фолликулов. Волос, как было уже отмечено выше, служит рычагом, усиливающим раздражение нервных окончаний, что и объясняет высокую чувствительность волос к прикосновению. Указанные рецепторы реагируют преимущественно на легкое

прикосновение и осуществляют пространственное и временное тактильное различие.

Диски (клеточные комплексы) Меркеля представляют собой видоизмененные эпителиальные клетки, с которыми образуют синапсы дендриты афферентных нейронов. Находятся в базальном слое эпидермиса и частично в сосочковом слое дермы в виде небольших скоплений. Особенно много дисков Меркеля в участках кожи с высокой чувствительностью, т.е. в голой коже пальцев рук и на губах. В покрытой волосами коже они лежат в особых колоколообразных тельцах, выдающихся над окружающей кожной поверхностью (в каждом таком образовании, называемом тактильным тельцем Пинкуса-Игго, находится 30-50 клеток Меркеля, связанных с афферентными нервными волокнами). При высоте около 0,1 мм и диаметре 0,2-0,4 мм эти тельца едва различимы невооруженным глазом.

Поскольку диски Меркеля медленно адаптирующиеся рецепторы, то их рассматривают в качестве пропорционального датчика, т.е. генерация рецепторного потенциала в них тем активнее, чем сильнее действует раздражитель. Эти рецепторы рассматривают как рецепторы давления, или силы, поскольку они воспринимают изменение силы механического воздействия.

Тельца (окончания) Руффини располагаются в волосистой части кожи – в глубоких слоях эпидермиса и в сосочковом слое дермы. Представляют собой веретеновидной формы капсулу, образованную плотно переплетенными коллагеновыми волокнами. Внутри такой капсулы содержится жидкость, в которую погружены разветвления дендрита чувствительного нейрона. Как и диски Меркеля, являются рецепторами давления, или силы.

Тельца Мейснера (тактильное мейснеровое тельце) представляют собой капсулу конусовидной или овальной формы. Капсула ориентирована перпендикулярно поверхности кожи. Ее стенки образованы многочисленными пластинчатыми клетками, между которыми параллельно поверхности кожи располагаются терминалы дендрита чувствительного нейрона. Эти рецепторы находятся в сосочках собственно кориума, в участках, лишенных волос (кожа ладоней, подошв, пальцев рук и ног, а также губы, сосочки молочных желез и половые органы). В покрытой волосами коже их меньше и здесь они принимают форму рецепторов волосяных фолликулов. Реагируют на скорость изменения силы, т.е. являются датчиком скорости.

Тельца Пачини (пластинчатые тельца, тельца Фатера-Пачини) – наиболее крупные и наиболее распространенные в организме рецепторы, а потому они являются наиболее изученными рецепторами кожи. Располагаются в гиподерме и частично в глубоких слоях дермы. Кроме того, они обнаружены и в сухожилиях и фасциях мышц, в надкостнице, в суставных сумках. Тельце Пачини напоминает луковицу, состоит из наружной капсулы, внутренней колбы и заключенного в нее дендрита афферентного нейрона. Пространство между наружной капсулой и внутренней колбой, а также внутри колбы заполнено жидкостью (ликвором). Возбуждение этих рецепторов происходит при кратковременном (в течение 0,1 мс) смещении капсулы на 0,5 мкм.

Тельца Пачини считаются датчиком ускорения. Благодаря своим свойствам они воспринимают самую незначительную деформацию кожи при

соприкосновении с различными предметами и почвой, т.е. с какой скоростью смещается кожа.

*Таким образом, большинство тактильных рецепторов локализовано, как правило, в глубоких слоях эпидермиса и сосочковом слое кориума. Всех их можно разделить на три главных типа:*

- *рецепторы давления (датчики силы)*, которые ведут себя как пропорциональные датчики, т.е. генерация рецепторного потенциала в них тем активнее, чем сильнее действует раздражитель. Поэтому их еще называют пропорциональными рецепторами. Это свободные неинкапсулированные нервные окончания, диски Меркля, тельца Руффини;

- *рецепторы прикосновения (датчики скорости)* реагируют на скорость изменения силы, т.е. скорость вдавления стимула, поэтому осуществляют пространственное и временное тактильное различие. Это тельца Мейснера и рецепторы волосных фолликулов;

- *рецепторы вибрации (датчики ускорения)* – тельца Пачини - реагируют на изменение скорости механического воздействия.

Однако при этом необходимо подчеркнуть, что механические стимулы, обычно действующие на кожу, одновременно возбуждают в той или иной степени несколько типов механорецепторов в зависимости от характера стимула. Поэтому возникающие ощущения нельзя приписать рецепторам одного типа. Соответственно в повседневной жизни трудно определить различия между ощущениями давления и прикосновения.

Принцип работы механорецепторов. Независимо от того, что одни рецепторы реагируют на изменение силы, вторые – на скорость изменения этой силы, а третьи – на вторую производную изменения силы, во всех случаях принцип работы рецептора состоит в том, что под влиянием механического стимула в мембране рецептора изменяется ионная проницаемость, что приводит к появлению рецепторного потенциала. Он вызывает выделение медиатора, что сопровождается появлением генераторного потенциала в дендритах чувствительного нейрона, благодаря которому изменяется частота генерации потенциалов действия. Различия в восприятии механических стимулов определяются скоростью адаптации тактильных рецепторов. Так, быстро адаптирующиеся рецепторы являются датчиками скорости, или ускорения, а медленно адаптирующиеся – датчиками изменения силы. В то же время скорость адаптации определяется структурой рецепторов – наличие сложно организованной капсулы рецептора повышает скорость его адаптации (укорачивает рецепторный потенциал), поскольку такая капсула хорошо проводит быстрые и гасит медленные изменения давления. Адаптация механорецепторов кожи имеет большое значение – благодаря этому свойству рецепторов мы перестаем ощущать постоянное давление одежды, привыкаем носить на роговице глаз контактные линзы, а на носу – очки и т.д.

► **Проведение осязательной информации в центральный отдел.** Сенсорная информация от механорецепторов кожи передается в кору больших полушарий по нервным волокнам *тонкого и клиновидного пучков, образующих лемнисковую систему.* Тонкий пучок, или пучок Голля, несет информацию от рецепторов нижних конечностей и нижней части туловища, а

клиновидный пучок, или Бурдаха, - от рецепторов верхних конечностей и верхней части туловища. Оба пути состоят из афферентных нейронов (они находятся в спинномозговых узлах), аксоны которых вступают в задние рога спинного мозга и, не прерываясь, направляются в составе задних столбов до тонкого (ядро Голля) и клиновидного (ядро Бурдаха) ядер продолговатого мозга. Аксоны нейронов этих ядер полностью перекрещиваются на уровне оливы, образуя медиальный лемниск (петлю), и, поднимаясь дальше, заканчиваются в специфических ядрах таламуса, которые из-за своего анатомического положения называют вентробазальным комплексом. Нейроны специфических ядер таламуса посылают свои аксоны в соматосенсорные зоны коры больших полушарий (SI и SII). Поражение задних столбов клинически проявляется в потере мышечно-суставного чувства, вибрационной и тактильной чувствительности на стороне поражения при сохранении болевой и температурной чувствительности.

Лемнисковая система проводит точную (по силе и месту воздействия) и сложную (о давлении, прикосновении, вибрации и движении в суставах) информацию с большой скоростью (до 80 км/с).

Для всех составляющих лемнисковой системы (задних столбов спинного мозга, тонкого и клиновидного ядер, таламических ядер и корковых областей) выявлена четкая топографическая организация проекции кожи, т.е. каждый участок кожи контрлатеральной части тела занимает определенную зону, площадь которой зависит от функционального значения этой части тела.

Часть импульсов от рецепторов давления кожи и слизистой передается в кору больших полушарий и по *вентральному спиноталамическому тракту*, который проходит в составе передних столбов спинного мозга. Однако в спиноталамической системе на уровне таламических ядер правильная соматотопическая организация представительства поверхности тела отсутствует. Особое место в передаче сенсорной информации от механорецепторов отводится V паре черепно-мозговых нервов - *тройничному нерву*, который в своих трех ветвях содержит афференты, идущие от лица и полости рта. Он иннервирует кожу, зубы, слизистую полости рта, язык и роговицу. Ко времени рождения тройничная система уже хорошо развита и проводит сенсорные сигналы, которые запускают пищевое поведение. Именно она обеспечивает первое сенсорное знакомство новорожденного с окружающим миром.

► **Корковый уровень анализа тактильной информации.** Информация от нейронов специфических ядер таламуса первоначально поступает в *две проекционные соматосенсорные зоны коры больших полушарий (SI и SII)*. В частности, информация от нейронов вентробазального комплекса направляется (контрлатерально) в первую проекционную зону, которая у приматов и человека находится в постцентральной извилине (SI). От нейронов задней группы ядер таламуса информация преимущественно поступает (контрлатерально и ипсилатерально) во вторую проекционную соматосенсорную зону коры (SII), которая расположена в области сильвиевой (латеральной) борозды (рядом со слуховой зоной). От этих двух проекционных соматосенсорных зон информация поступает в передние и задние ассоциативные зоны коры.

Первая проекционная соматосенсорная область, локализованная в постцентральной извилине (первичные зоны — 1-е и 3-е поля по Бродману,

вторичные зоны — 2-е и 5-е поля), является, по сути, местом окончания лемнискового пути и ядром тактильного анализатора. Она отличается от других областей коры очень высокой степенью топографической организации (проекции различных областей поверхности тела на соматосенсорную кору осуществляются по принципу "точка в точку"). Такое явление называют *соматотопией*, или *топографическим представителем*. О наличии соматотопии свидетельствует тот факт, что при раздражении поверхности кожи короткими точечными прикосновениями первичный ответ в соматосенсорной коре локализуется в строго ограниченном участке. Показано, что размеры представительства соответствующих участков поверхности кожи у человека и приматов в постцентральной извилине связаны не с величиной поверхности их тела, а зависят от биологической значимости информации, воспринимаемой тем или иным участком кожи. Например, у человека представительство губ, лица и кистей рук в этой зоне по площади намного больше, чем представительство туловища и нижних конечностей. Это дает специфический рисунок сенсорного гомункулюса — отражения тела человека в постцентральной извилине (рис. 4.2). Характер этого рисунка свидетельствует о высокой чувствительности и тонком различении для этих частей тела, а также их биологической значимости. Так, при осмотре какого-либо предмета, когда нам надо выяснить форму, наличие шероховатостей и т.д., мы поглаживаем этот предмет, т.е. касаемся его поверхности кожей нашей ладони.

Когда кора в области SI разрушена повреждением или удалена с терапевтической целью, возникает дефицит восприятия. Стимуляция кожи еще может быть воспринята как таковая, но способность локализовать ее и распознать пространственные детали раздражителя нарушается. Так, например, больные не могли на ощупь отличить овал от параллелепипеда (в клинике это нарушение носит название *астерогнозис*). Степень дефицита зависит от размеров поврежденного участка коры. Здесь снова выступает соматотопическая организация. Однако надо сказать, что после достаточно долгого промежутка времени подобные нарушения становятся слабее. Такое улучшение, по-видимому, обусловлено способностью других областей коры (например, 5-го поля теменной коры, соседнего с SI) принять на себя функции SI.

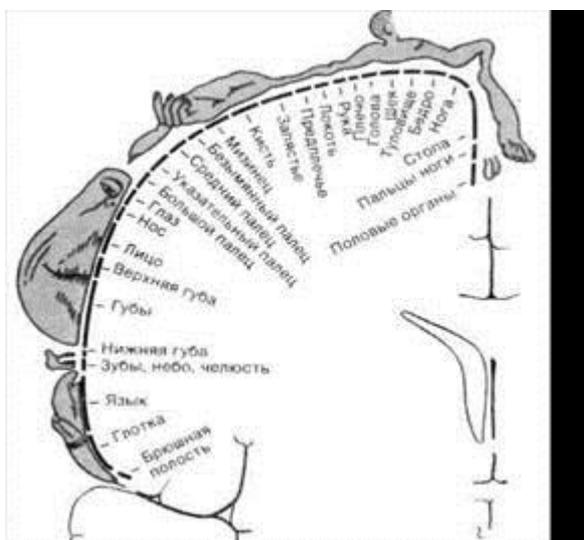


Рис.4.2. Схема чувствительного гомункулюса (соматотопическая организация соматосенсорной коры SI человека).

Разрез полушарий (на уровне постцентральной извилины) во фронтальной плоскости. Обозначения показывают пространственное представление поверхности тела в коре, установленное на основании локальной стимуляции мозга бодрствующих больных.

Анализ информации от тактильных рецепторов в первой соматосенсорной зоне осуществляется нейронами, объединенными в вертикальные *колонки*, которые можно рассматривать как своеобразные функциональные единицы, или блоки коры. Каждая такая колонка, получая информацию от рецепторов одной и той же модальности, находящихся на одном и том же рецептивном поле кожи, проводит этот анализ с участием специализированных нейронов, число которых в колонке достигает  $10^5$ . Каждый из этих нейронов «настроен» на определенный признак, наличие которого в поступающей информации вызывает возбуждение соответствующего нейрона. Благодаря деятельности колонок мозг получает информацию обо всех свойствах стимула, воздействующего на соответствующий участок кожи.

Во вторую соматосенсорную зону коры больших полушарий (SII), расположенную в области сильвиевой борозды вблизи от слуховой зоны (40-е и 51-е поля), поступают импульсы от тактильных рецепторов кожи «своей» и противоположной стороны. Эта зона содержит точное и детальное представление поверхности тела, как и первая соматосенсорная зона, с тем различием, что проекции обеих половин тела во второй соматосенсорной зоне полностью перекрываются, благодаря чему происходит объединение и сравнение информации поступающей от правой и левой половины тела, т.е. имеет место *билатеральное* соматотопическое представление. Как полагают, SII специально играет роль в сенсорной и моторной координации активности на двух сторонах тела (например, хватание или ощупывание обеими руками). Не исключено, что вторая соматосенсорная зона может, кроме того, осуществлять контроль над афферентной передачей сигналов в таламических ядрах.

От первичных и вторичных проекционных зон коры информация от тактильных рецепторов поступает в передние (фронтальные) и задние ассоциативные зоны коры, благодаря которым завершается процесс восприятия, т.е. происходит опознание образа (акцепция сигнала). Это реализуется с участием специальных нейронов («бабушкиных» нейронов), проходящих «обучение» в процессе индивидуального развития человека.

В целом роль соматосенсорной зоны коры состоит в интегральной оценке соматосенсорных сигналов, во включении их в сферу сознания, полисенсорный синтез и в сенсорное обеспечение выработки новых двигательных навыков. Удаление или повреждение соматосенсорных зон коры приводит к нарушению способности локализовать тактильные ощущения, а их электростимуляция вызывает ощущение давления, прикосновения, вибрации и зуда.

### **Болевая сенсорная система.**

Боль, в отличие от других сенсорных модальностей, дает мало сведений об окружающем мире. Скорее она сообщает об опасностях, грозящих нашему телу, и

тем самым защищает нас от долговременного вреда. Если бы боль не предостерегала нас, то уже при самых обыденных действиях мы часто наносили бы себе повреждения и вскоре стали бы калеками... В симптомокомплексе многих заболеваний боль является одним из первых, а иногда и единственным проявлением патологии и важным показателем для диагностики. Именно боль, лишая больного покоя, приводит его к врачу. Поэтому значение чувства боли для нормальной жизни трудно переоценить.

Кроме того, в сексуальной жизни человека в ряде случаев (чаще – при парафилиях) болевые ощущения становятся необходимым компонентом для получения сексуального удовлетворения (это явление получило название садизма и мазохизма). Боль несет и познавательную функцию – через боль человек начиная уже с раннего детства учится избегать возможные опасности окружающей среды.

► **Болевые рецепторы.** Ноцицепторы представляют собой рецепторы, возбуждение которых дает ощущение боли. Несмотря на интенсивные исследования, до сих пор нет единого мнения в отношении природы этих рецепторов и адекватных им раздражителей. *Сформулированы две альтернативные гипотезы о восприятии болевого восприятия:* 1) существуют специфические болевые рецепторы, т.е. предназначенные только для восприятия боли, и 2) специфических болевых рецепторов не существует, а боль возникает при сверхсильном раздражении любых рецепторов, например, тактильных или мышечных. Рассмотрим каждую из этих позиций.

Многие авторы полагают, что ноцицепторы – это специализированные рецепторы, предназначенные для восприятия повреждающего агента, т.е. чрезмерных по интенсивности механических, химических и температурных воздействий. Такими специфическими рецепторами являются свободные неинкапсулированные нервные окончания, которые представляют собой разветвления дендрита афферентного нейрона (см. р.4.1). Аксоны этого нейрона доставляют информацию по спиноталамическому пути в различные структуры мозга (таламус, лимбическую систему, сенсомоторную зону коры и др.).

Свободные нервные окончания, т.е. ноцицепторы, находятся в волосистой и голой коже в эпидермисе и сосочковом слое дермы, а также в слизистых оболочках, в сухожилиях, мышцах, во внутренних органах. Они относятся к медленно адаптирующимся рецепторам, т.е. способным отвечать весь период времени, пока действует стимул. Зубная боль, боль при онкологических заболеваниях — тому доказательство. Однако некоторые болевые рецепторы адаптируются сравнительно быстро — как известно, ощущение укола от продолжающей оставаться в коже иглы быстро проходит. Порог их возбуждения довольно высок, поэтому ощущение боли возникает лишь при сравнительно большой силе раздражителя.

Ноцицепторы принято подразделять на *механоноцицепторы, термоноцицепторы и хемоноцицепторы*. Первые возбуждаются под влиянием механических воздействий, в результате которых повышается проницаемость мембраны свободных нервных окончаний для ионов натрия, что приводит к деполяризации (рецепторному потенциалу), вызывающей генерацию потенциалов действия в дендрите афферентного нейрона. Хемоноцицепторы реагируют на

химические вещества, в том числе на избыток водородных ионов и недостаток кислорода (такая ситуация может возникать при токсическом воздействии на дыхательные ферменты, при механическом или термическом повреждении клеточных мембран), избыток ионов калия. Они также реагируют на воздействия ряда биологически активных веществ, получивших название «медиаторов боли», в том числе брадикинина, гистамина, ацетилхолина, соматостатина, вещества Р и других веществ. Чувствительность хемоноцицепторов к этим ноцигенным факторам значительно возрастает под влиянием ноцимодуляторов, например, ряда простагландинов. Вот почему ненаркотические анальгетики (аспирин, амидопирин, анальгин и т.п.), блокируя синтез указанных простагландинов, уменьшают боль.

В пользу этих представлений можно привести следующее. Так, в коже обнаружены рецепторы, не отвечающие на холод или тепло ниже 41 °С. Но если кожа нагрета до 45 °С или больше, то они разряжаются с частотой, которая заметно возрастает по мере повышения температуры. Следовательно, существуют специфические термочувствительные ноцицепторы. Кроме того, гладкомышечные стенки полых внутренних органов, очевидно, содержат множество *висцеральных ноцицепторов*. Эти рецепторы отвечают отчасти на пассивное растяжение и отчасти на активное сокращение гладких мышц. При изометрическом сокращении, т.е. без изменения длины (например, когда выход из органа блокирован), висцеральные ноцицепторы активируются особенно сильно. В этих условиях возникает чрезвычайно сильная боль. Клиническими примерами такого рода являются желчная и почечная колика, вызываемая соответственно закупоркой желчного протока или мочеточника. Ишемия тоже может вызвать сильную висцеральную боль. Легкие тоже содержат много ноцицепторов, которые активируются такими стимулами, как раздражающие газы или пылевые частицы. Помимо специфических ноцицепторов болевое ощущение может возникнуть при чрезмерном воздействии на все виды тактильных и температурных рецепторов кожи и слизистых оболочек. Это, очевидно, связано с наличием конвергенции афферентного потока от тактильных и температурных рецепторов на афферентные ноцицептивные нейроны, а также в связи с существованием механизма «ворот», когда поток импульсов от тактильных рецепторов может усилить восприятие импульсации от болевых рецепторов.

Согласно представлениям альтернативной точки зрения боль ощущается при воздействии на обычные рецепторы, если раздражители чрезмерно сильны, например, боль в ушах при очень громких звуках, боль в глазах при чрезмерно ярком свете и т. д. Именно эти данные о способности рецепторов любой модальности (тактильных, температурных, а также зрительных, слуховых, вестибулярных) при чрезмерном воздействии на них раздражителей давать ощущение боли позволяет многим физиологам отвергать наличие специфических ноцицепторов и утверждать, что болевые ощущения зависят, скорее всего, от величины энергии раздражителей, а не их модальности.

► **Афферентные ноцицептивные волокна и центральная обработка информации.** Импульсация от ноцицепторов идет по специфическим проводящим путям, которые первоначально представляют собой дендриты, тело и аксоны афферентных ноцицептивных нейронов, находящихся в спинномозговых ганглиях

или в ганглиях головы и шеи. В спинном мозге происходит переключение импульсации на нейроны, дающие начало *латеральному спиноталамическому пути*. Их аксоны, перейдя на контрлатеральную область спинного мозга, идут транзитом через продолговатый и средний мозг и доходят до *таламуса* — к нейронам вентробазального ядерного комплекса, а также к нейронам вентральных неспецифических ядер таламуса и нейронам внутреннего коленчатого тела.

Локализованные в специфических ядрах третьей нейроны спинно-таламического пути лишь частично дают проекции в соматосенсорную зону коры — в *первую проекционную соматосенсорную зону коры (SI)*, расположенную в постцентральной извилине (первичные проекционные зоны — 1-е и 3-е поля по Бродману; вторичные проекционные зоны — 2-е и 5-е поля), а также во *вторую проекционную зону коры (SII)*, расположенную в глубине сильвиевой борозды. В этих зонах коры больших полушарий происходит анализ импульсной активности, осознание боли. Но окончательное отношение к боли, т.е. самооценка боли и формирование целенаправленного болевого поведения, возникает с участием нейронов ассоциативных зон коры, среди которых важнейшая роль принадлежит нейронам фронтальной коры. Благодаря им даже чрезмерный поток импульсации от ноцицепторов может восприниматься как слабый раздражитель и наоборот. Перерезка связей между лобной корой и таламусом или блокада передачи импульсов специальными фармакологическими препаратами во время оперативных вмешательств сохраняет ощущение боли у больных, но она их не беспокоит (боль не становится страданием).

Кроме того, болевая импульсация из специфических ядер достигает и *двигательной коры* где совместно с базальными ганглиями и мозжечком формируются моторные программы болевого поведения.

Возвращаясь к роли проводникового отдела ноцицептивного анализатора, надо отметить, что в этой сенсорной системе очень хорошо выражен передаточный путь. Так, поток импульсации от ноцицепторов на уровне продолговатого и среднего мозга отходит по коллатералиям в ретикулярную формацию, от нее — к неспецифическим ядрам таламуса, от них — ко всем участкам коры (это вызывает диффузную активацию нейронов всех участков коры), а также достигает *нейронов лимбической системы* мозга. Благодаря этой информации болевая импульсация приобретает эмоциональную окраску — в ответ на болевую импульсацию возникает чувство страха и другие, как правило, негативные эмоции.

На уровне спинного и продолговатого мозга часть импульсов, идущих от ноцицепторов, по коллатералиям достигает *α-мотонейронов спинного и продолговатого мозга* и вызывает безусловные рефлексы, например, сгибательные движения. Поэтому в ответ на болевой раздражитель (например, укол пальца) человек отдергивает конечность от раздражителя.

Часть информации от ноцицепторов на уровне спинного и продолговатого мозга по коллатералиям отводится к *эфферентным нейронам вегетативной нервной системы*, поэтому возникают вегетативные рефлексы в ответ на болевой раздражитель, например, спазм сосудов, повышение артериального давления, рост частоты сердечных сокращений и дыхания, повышение мышечного тонуса, увеличение содержания глюкозы в крови и ряд других эффектов. При умеренной

выраженности эти соматические и вегетативные реакции имеют приспособительное значение. Но при интенсивной боли они могут привести к тяжелым последствиям, например, к болевому шоку.

При заболевании внутренних органов ощущение боли может локализоваться не в самом пораженном органе, а вдали от него, например, на поверхности кожи. Явление иррадиации боли, или отраженной боли, нередко встречается в клинической практике и служит одним из симптомов заболевания. Например, при спазме коронарных артерий (стенокардии) боль, возникающая в сердце, иррадирует в левое плечо и под левую лопатку. Существование отраженной боли объясняется тем, что потоки импульсов от кожных (тактильных) и болевых рецепторов конвергируют на одних и тех же афферентных нейронах, служащих началом спиноталамического тракта. В результате такого схождения высшие отделы мозга не могут дифференцировать место зарождения болевого сигнала, так как афферентный нейрон одновременно получает импульсы от внутреннего органа и от кожи.

С другой стороны, явление конвергенции сенсорной импульсации от внутренних органов и от тактильных рецепторов кожи на одних и тех же нейронах позволяет широко использовать иглорефлексотерапию (акупунктуру). При ее проведении локальное раздражение определенных «активных» точек кожной поверхности (их число достигает 750) за счет активации вегетативных рефлексов улучшает кровоснабжение и трофику соответствующего органа и тем самым улучшает его функциональное состояние.

*Таким образом, в восприятии болевых импульсов и в создании ощущения боли участвуют многие структуры мозга, являющиеся компонентом ноцицептивной системы.*

*Контрольные вопросы:*

- 1. Почему иногда говорят «вкусно пахнет»?*
- 2. Какие рефлексы проявляются у человека при раздражении органов обоняния, вкуса?*
- 3. Какое значение имеет вкус пищи для пищеварения?*
- 4. Как называются рецепторы, воспринимающие вкус?*
- 5. Почему сухая пища кажется безвкусной?*
- 6. Как возникает ощущение вкуса?*
- 7. Какое значение имеет расположение обонятельных рецепторов в носовой полости?*
- 8. Как воспринимаются запахи?*
- 9. Какие существуют теории о возникновении запаха?*
- 10. Как называются рецепторы, воспринимающие запах?*
- 11. Как возникает ощущение запаха?*
- 12. Каково значение обоняния?*
- 13. Какую роль играет осязание в трудовых процессах?*
- 14. Почему боль - это защитное чувство?*
- 15. Почему глаза никогда не мерзнут?*
- 16. Каково значение терморепцепторов?*

17. *Почему при насморке плохо различаешь вкус пищи?*
18. *Почему горло, ухо и нос лечит один врач – отоларинголог?*
19. *Почему человек легко отличает вкус лимона от вкуса конфеты?*
20. *Почему человек, чтобы лучше различить запах, делает несколько сильных коротких вдохов?*
21. *Какие рецепторы расположены в коже? Что является их раздражителями?*

#### *Литература*

1. Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И., Гайворонский А.И. Анатомия и физиология человека. – М.: «Академия», 2011.
2. Миловзорова М. С. Анатомия и физиология человека. М: Медицина, 1972.
3. Федюкович Н.И. Анатомия и физиология человека. Ростов-на-Дону: «Феникс», 2009.

## **Тема 11: Строение и виды мышц. Основные свойства мышц. Механизм и химизм сокращения мышц.**

*План:*

- 1. Строение и виды мышц:*
  - ✓ *Скелетные мышцы;*
  - ✓ *Типы волокон скелетных мышц.*
- 2. Основные свойства мышц.*
- 3. Механизм и химизм сокращения мышц:*
  - ✓ *Анаэробная фаза;*
  - ✓ *Аэробная фаза;*
  - ✓ *Теория мышечного сокращения;*
  - ✓ *Сокращение моторных единиц.*

### **Строение и виды мышц**



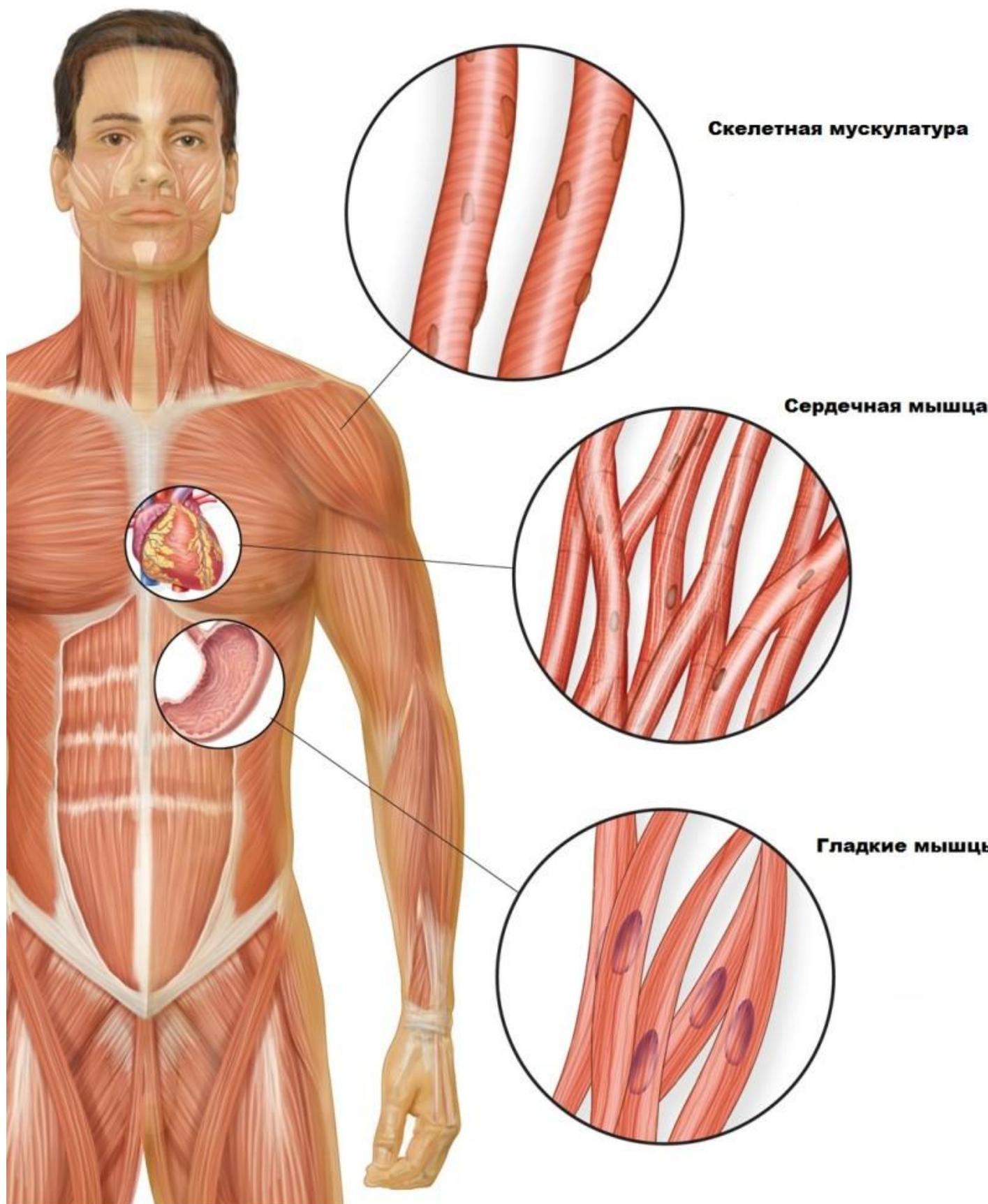
Знание основ анатомии, строения собственного тела вместе с пониманием смысла и структуры тренировок позволяет повысить результативность занятий спортом во много раз — ведь любое движение, любое спортивное усилие совершается при помощи мышц. Кроме того, мышечная ткань является значительной частью массы тела — у мужчин на её долю приходится 42-47% от сухой массы тела, у женщин — 30-35%, при чём физические нагрузки, в особенности спланированные силовые тренировки увеличивают удельный вес мышечной ткани, а физическое бездействие — напротив, его уменьшает.



### **Виды мышц**

В организме человека имеется три вида мышц:

- скелетные (их ещё называют поперечно-полосатыми);
- гладкие;
- и миокард, или сердечная мышца.

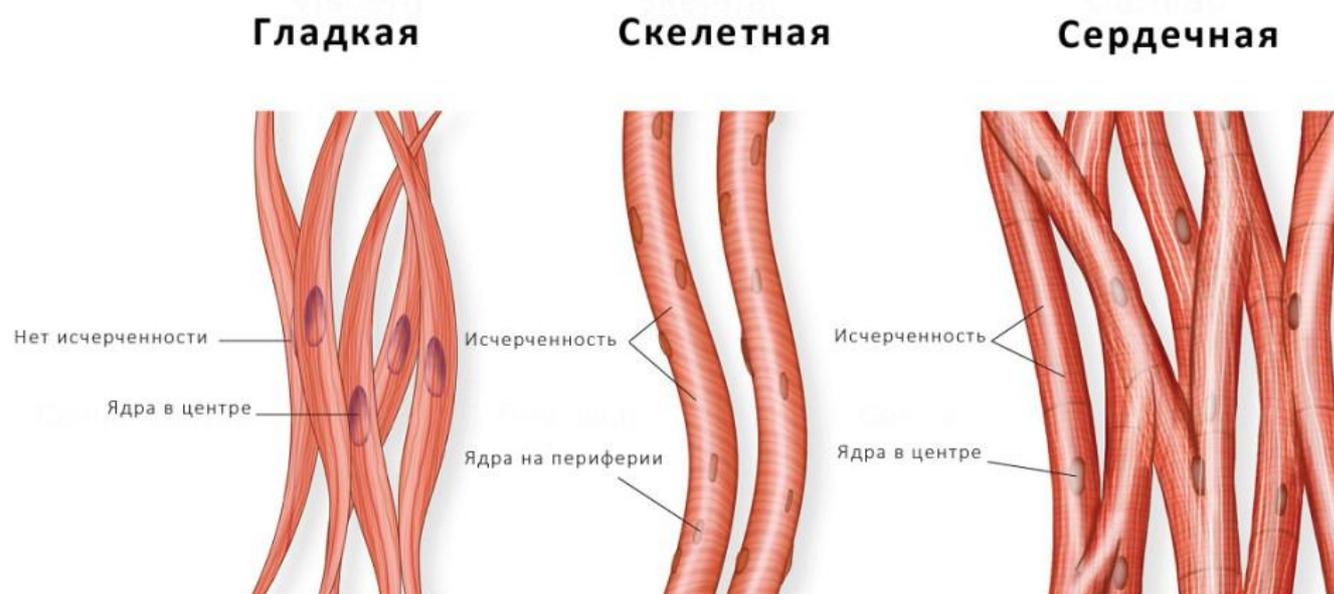


*Гладкие мышцы* формируют стенки внутренних органов и кровеносных сосудов. Их отличительной особенностью является то, что они работают независимо от сознания человека: усилием воли невозможно остановить, например, перистальтику (римичные сокращения) кишечника. Движения таких

мышц медленные и однообразные, зато они непрерывно, без отдыха, работают всю жизнь.

*Скелетная мускулатура* ответственна за поддержание тела в равновесии и выполнение разнообразных движений. Вам кажется, что вы «просто» сидите в кресле и отдыхаете? На самом деле в это время десятки ваших скелетных мышц работают. Работой скелетной мускулатуры можно управлять усилием воли. Поперечно-полосатые мышцы способны быстро сокращаться и столь же быстро расслабляться, однако интенсивная деятельность сравнительно быстро приводит к их утомлению.

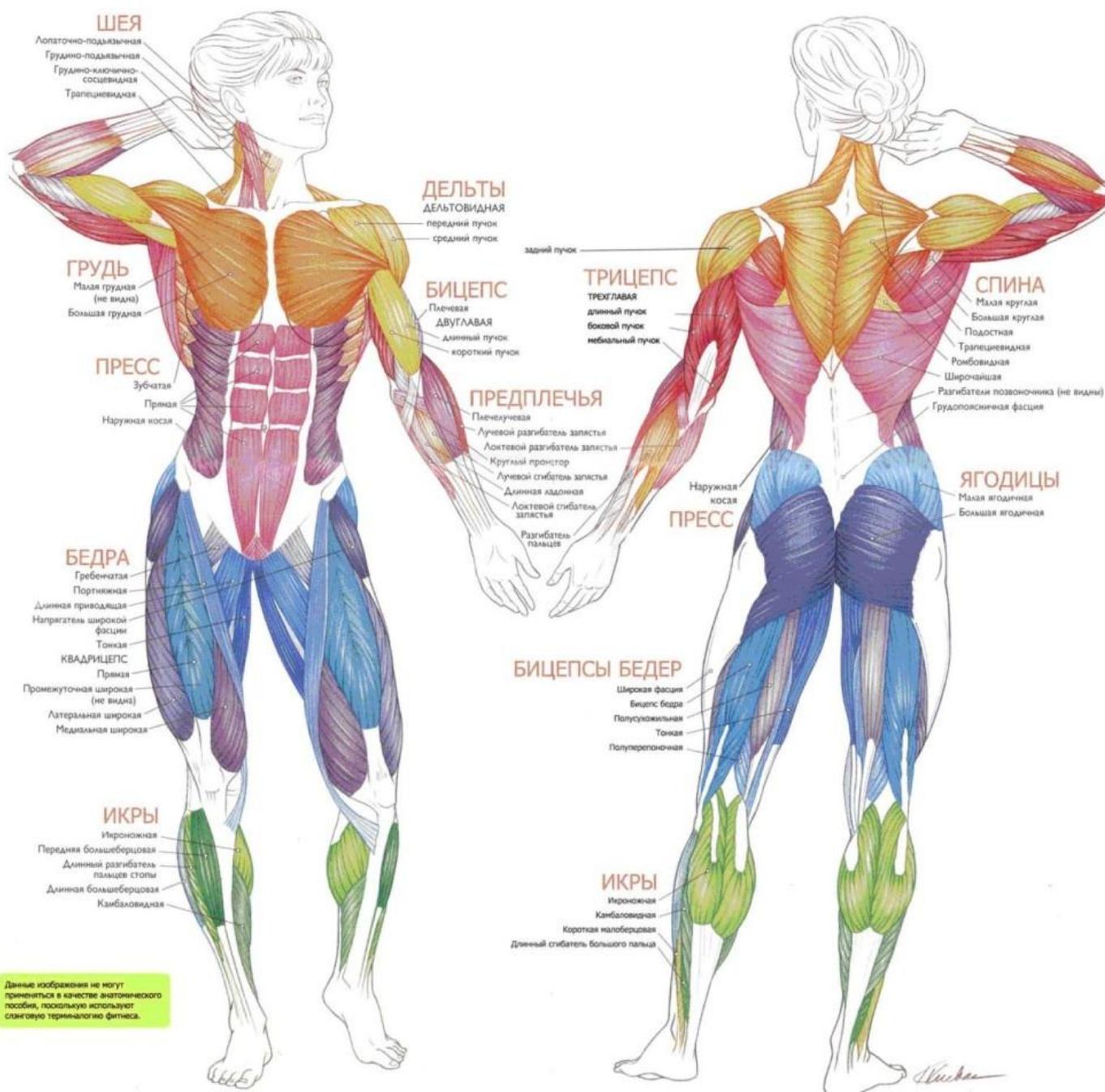
*Сердечная мышца* уникальным образом сочетает в себе качества скелетной и гладкой мускулатуры. Так же как и скелетные мышцы, миокард способен интенсивно работать и быстро сокращаться. Так же как и гладкие мышцы, он практически неустойчив и не зависит от волевого усилия человека.



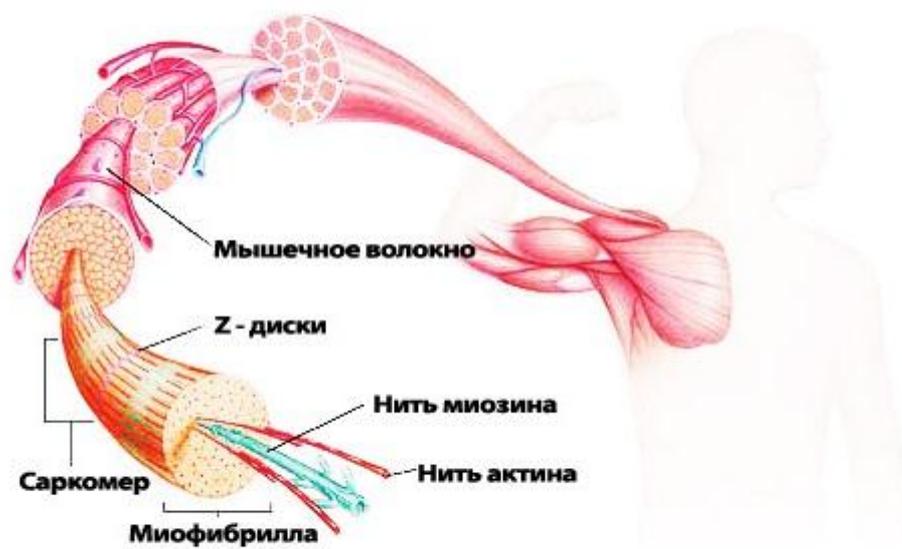
	<b>Гладкая</b>	<b>Скелетная</b>	<b>Сердечная</b>
<b>Скорость</b>	Медленные	Быстрые	Быстрые
<b>Где находится</b>	Внутренние органы, стенки сосудов	Туловище, конечности, голова и шея	Сердце
<b>Контроль</b>	Непроизвольно	Произвольно	Непроизвольно

Кстати, силовые тренировки не только «лепят рельеф» и увеличивают силу наших скелетных мышц — они также косвенно улучшают и качество работы гладкой мускулатуры и сердечной мышцы. Кстати, это приводит и к эффекту «обратной связи» — укрепленная, развитая путём тренировок выносливости сердечная мышца работает интенсивнее и эффективнее, что выражается в улучшении кровоснабжения всего организма, в том числе и скелетных мышц, которые благодаря этому могут переносить ещё большие нагрузки. Тренированные, развитые скелетные мышцы формируют мощный «корсет», поддерживающий внутренние органы, что играет не последнюю роль в нормализации процессов пищеварения. Нормальное пищеварение в свою очередь означает нормальное питание всех органов тела, и мышц в частности.

Различные типы мышц отличаются по своему строению, мы же рассмотрим подробнее строение скелетной мышцы, как связанной непосредственно с процессом силовой тренировки.



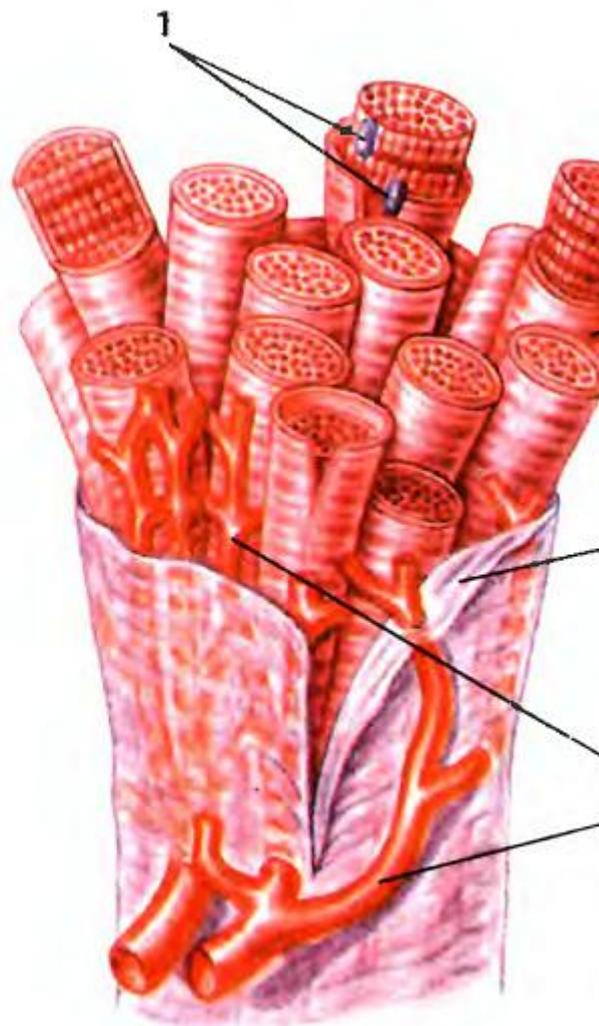
Основной структурной составляющей мышечной ткани является миоцит — мышечная клетка. Одной из отличительных черт миоцита является то, что его длина в сотни раз превосходит его поперечное сечение, поэтому миоцит называют также мышечным волокном. От 10 до 50 миоцитов соединяются в пучок, а из пучков формируется собственно мышца — в бицепсе, например, до миллиона мышечных волокон.



Между пучками мышечных клеток проходят мельчайшие кровеносные сосуды — капилляры, и нервные волокна. Пучки мышечных волокон и сами мышцы покрыты плотными оболочками из соединительной ткани, которые на концах своих переходят в сухожилия, прикрепляющиеся к костям. Основное вещество мышечной клетки называется саркоплазмой. В неё погружены тончайшие мышечные нити — миофибриллы, которые и являются сократительными элементами мышечной клетки. Каждая миофибрилла состоит из тысяч элементарных частиц — саркомеров, основной особенностью которых является способность сокращаться под воздействием нервного импульса.

*Мышечный пучок:*

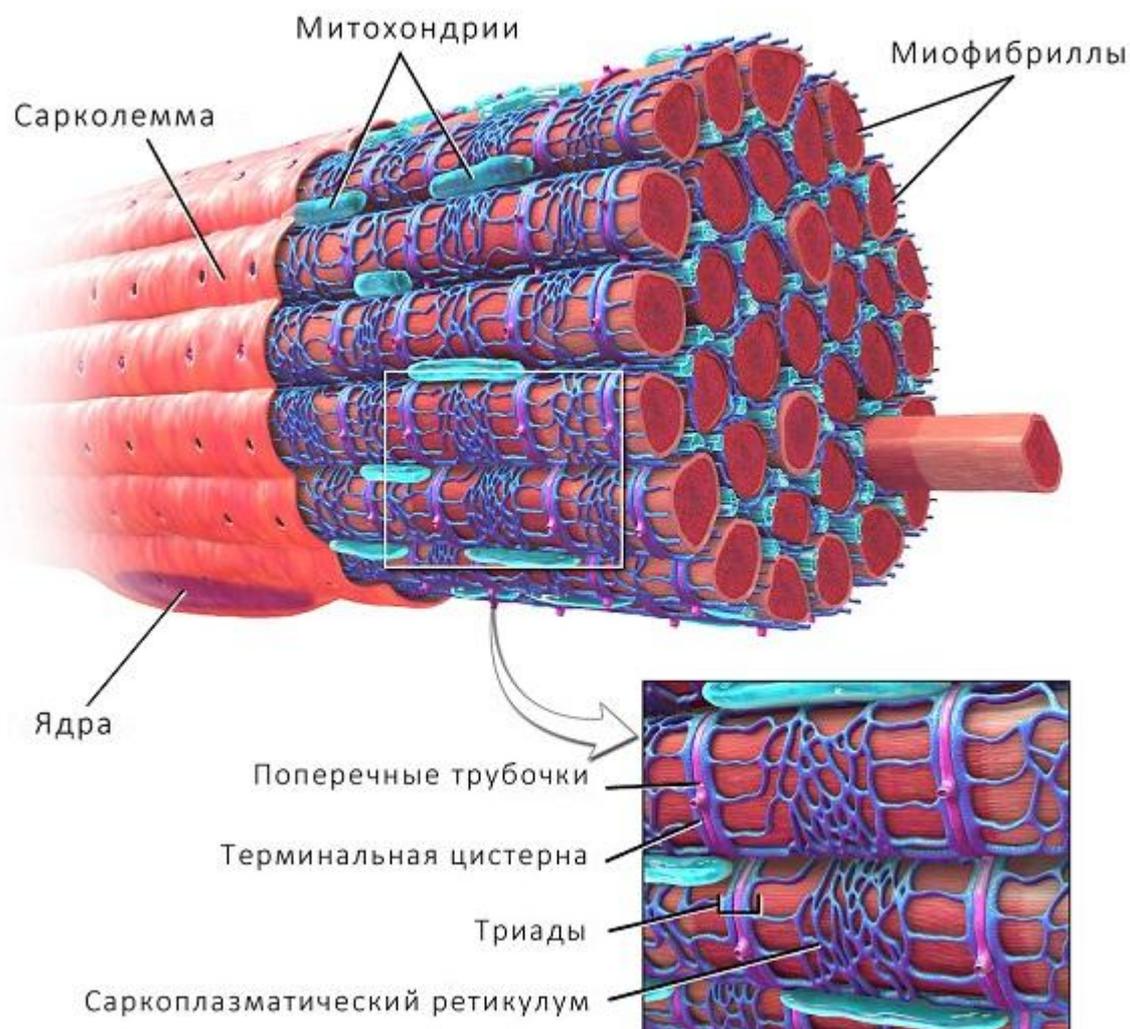
- 1 — ядра мышечного волокна;*
- 2 — сократительные нити мышечного волокна;*
- 3 — покровная мембрана мышечного волокна;*
- 4 — соединительнотканная оболочка (фасция), объединяющая группу мышечных волокон, действующих в одном направлении;*
- 5 — кровеносные сосуды*



В ходе целенаправленных силовых тренировок увеличивается как количество миофибрилл мышечного волокна, так и их поперечное сечение. Сначала этот процесс приводит к увеличению силы мышцы, затем — и к увеличению её толщины. Однако количество самих мышечных волокон остаётся прежним — оно обусловлено генетическими особенностями развития организма и в течении жизни не меняется. Отсюда можно сделать вывод и о различных физических перспективах спортсменов — те из них, чьи мышцы состоят из большего количества волокон, имеют больше шансов увеличить толщину мышц за счёт силовых тренировок, чем те спортсмены, чьи мышцы содержат меньше волокон.

Итак, сила скелетной мышцы зависит от её поперечного сечения — то есть от толщины и количества миофибрилл, формирующих мышечное волокно. Однако возрастают показатели силы и мышечной массы не одинаково: при увеличении мышечной массы в два раза, сила мышц становится в три раза большей, и единого объяснения этого феномена у учёных пока что нет.

## Скелетные мышечные волокна



### Типы волокон скелетной мышцы

Волокна, формирующие скелетные мышцы, делятся на две группы: «медленные», или ST-волокна (slow twitch fibers) и «быстрые», FT-волокна (fast twitch fibers). ST-волокна содержат большое количество белка миоглобина, имеющего красный цвет, поэтому их ещё называют красными волокнами. Это — выносливые волокна, но работают они при нагрузке в пределах 20-25% от максимальной силы мышц. В свою очередь, FT-волокна содержат мало миоглобина, поэтому их называют ещё «белыми» волокнами. Они сокращаются в два раза быстрее «красных» волокон и способны развить в 10 раз большую силу. При нагрузках менее 25% от максимальной мышечной силы сначала работают ST-волокна, а потом, когда наступит их истощение — в работу включаются FT-волокна. Когда и они израсходуют энергетический ресурс, наступит их истощение и мышце потребуются отдых. Если же нагрузка изначально велика — одновременно работают оба вида волокон.

Однако не стоит ошибочно ассоциировать типы волокон со скоростью движений, которые выполняет человек. То, какой тип волокон преимущественно задействован в работе в данный момент, зависит не от скорости выполняемого движения, а от усилия, которое необходимо затратить на данное действие. С этим

связано и то обстоятельство, что разные типы мышц, выполняющие различные функции, имеют разное соотношение ST- и FT-волокон. В частности, бицепс — мышца, выполняющая преимущественно динамическую работу, содержит больше FT-волокон, чем ST. Напротив, камбаловидная мышца, испытывающая в основном статические нагрузки, состоит главным образом из ST-волокон.



Кстати, как и общее количество мышечных волокон, соотношение ST/FT волокон в мышцах конкретного человека является генетически обусловленным и сохраняется постоянным на протяжении всей жизни. Это также объясняет врождённые способности к определённым видам спорта: у самых «талантливых», выдающихся бегунов-спринтеров икроножные мышцы на 90% состоят из «быстрых» волокон, а у марафонцев — напротив, до 90% этих волокон — медленные.

Впрочем, несмотря на то, что природное количество мышечных волокон, а также соотношение их быстрой и медленной разновидностей изменить невозможно, грамотно спланированные и настойчивые тренировки заставят мышцы приспособляться к нагрузкам и непременно принесут результат.

### **Основные физиологические свойства мышц**

Мышечная ткань обладает свойством сокращаться, т. е. укорачиваться в длине почти в 2 раза. Кроме того, она может менять свои механические свойства: 1) находиться в напряжении, 2) немного растягиваться, 3) расслабляться. Мышцы сокращаются под влиянием биологических (собственного нерва), механических и химических раздражителей. Гладкая мышечная ткань и мышца сердца очень чувствительны к механическим раздражителям — легкое прикосновение к ним вызывает их сокращение. Скелетная мускулатура, наоборот, мало чувствительна к механическим раздражителям.

К электрическим раздражителям скелетные мышцы чувствительнее, чем гладкие. При этом на слабый ток скелетная мышца отвечает слабым сокращением, а на сильный ток — более сильным сокращением (в пределах верхнего и нижнего порога силы тока). Сердечная же мышца отвечает на раздражение только максимальным сокращением.

В результате раздражения в мышце возникает возбуждение, которое связано с химическими превращениями, вследствие чего и наступает сокращение (механическая работа с освобождением тепла).

Мышца начинает сокращаться спустя некоторое время после начала действия раздражителя. Этот скрытый период равен 0,01 секунды. После него сокращение мышцы достигает наибольшей величины, т. е. наступает фаза укорочения (0,04 секунды). После этого мышца расслабляется и возвращается к исходному положению, т. е. наступает фаза расслабления. При произвольном сокращении отдельные мышечные волокна вовлекаются в работу постепенно, а поэтому сокращения протекают очень плавно.

Гладкая мышечная ткань сокращается медленно, так как скрытый период у нее в 300 раз более продолжительный. Гладкая мышца может очень долгое время оставаться укороченной, так как в сокращенном состоянии она ведет себя так же, как и в покое. Это объясняется тем, что только в процессе сокращения в гладких мышцах наступает возбуждение (с соответствующими химическими реакциями). При работе мышц выделяется много тепла и затрачивается большое количество углеводов, а если их не хватает, то тратятся жиры и белки.

При продолжительной работе в мышцах и в крови накапливаются вредные продукты обмена, которые действуют угнетающе на мышцы и вызывают их утомление. Состояние утомления развивается потому, что восстановительные процессы запаздывают по сравнению с окислительными процессами, которые усиливаются во время работы. Правильное чередование работы и отдыха необходимо при эксплуатации сельскохозяйственных животных.

В мышцах после остановки кровообращения наступает посмертное окоченение. При этом мышца теряет возбудимость и укорачивается от накопления в ней молочной кислоты, фосфорной кислоты и углекислоты, которые образуются от разрушения углеводов, жиров и белков клеток тела. Через

некоторое время наступает расслабление мышц от дальнейшего разрушения углеводов, белков, жиров клеток и тканей тела животного.

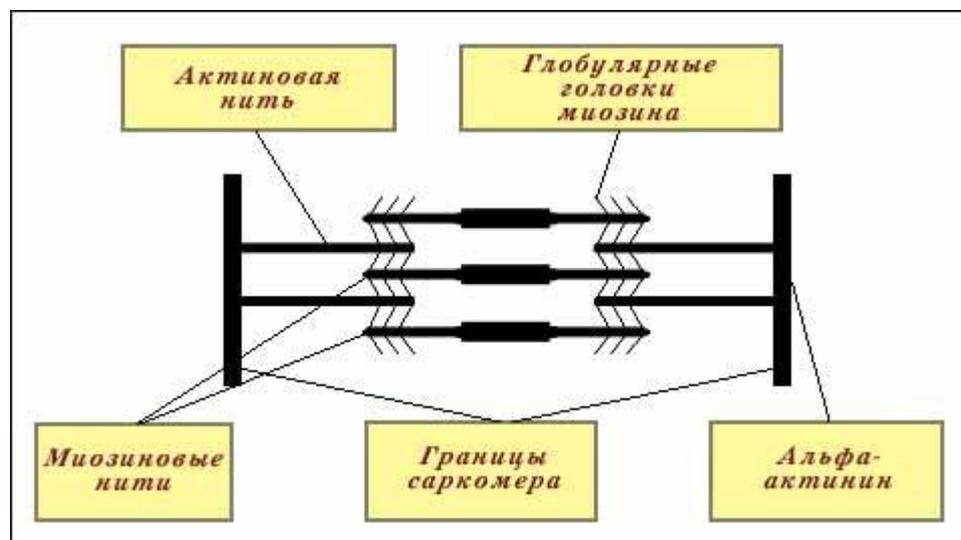
### Механизм и химизм сокращения мышц.

Основа сокращения мышцы — биохимические процессы, которые совершаются в 2 фазы: первую, анаэробную (бескислородную), и вторую, аэробную (кислородную).

В каждой из этих фаз происходит расщепление веществ с освобождением энергии и их восстановление (ресинтез).

Поэтому мышца, лишенная кислорода, может долго работать при условии удаления остаточных продуктов обмена веществ. Следует учесть, что исключительная роль в биохимических процессах первой фазы принадлежит кислоторастворимым фосфорным соединениям, относительное содержание которых в скелетных мышцах кролика равняется (в процентах кислоторастворимого фосфора): аденозинтрифосфорная кислота (АТФ) — 35, креатинфосфорная кислота — 45, гексозомонофосфорная кислота — 5, неорганическая фосфорная кислота — 10. Первое место в анаэробной фазе химических процессов занимает расщепление АТФ, которое происходит в первую очередь и с наибольшей скоростью. АТФ дефосфорилируется благодаря ферментативному действию мышечных белков. Отщепляя группу фосфорной кислоты, АТФ превращается сначала в аденозиндифосфорную (АДФ), а затем при потере еще одной группы фосфорной кислоты — в адениловую кислоту. При отщеплении каждой молекулы фосфорной кислоты освобождается 33,5 — 50,2 кДж, а в результате отщепления двух молекул фосфорной кислоты — до 100,5 кДж при превращении каждой молекулы АТФ в адениловую кислоту. Эта энергия используется для сокращения мышц. Так как АТФ расходуется, то длительная мышечная работа невозможна без ресинтеза АТФ.

Ресинтез АТФ в анаэробных условиях происходит за счет энергии, которая освобождается при втором, более медленном процессе дефосфорилирования креатинфосфорной кислоты на креатин и фосфорную кислоту. При этом расщеплении на каждый моль креатинфосфата освобождается 46 кДж, Часть креатина необратимо распадается.



И, наконец, происходит третий, наиболее медленный процесс анаэробной фазы — расщепление гексозофосфорной кислоты на фосфорную и молочную кислоты. При этом процессе на каждый моль

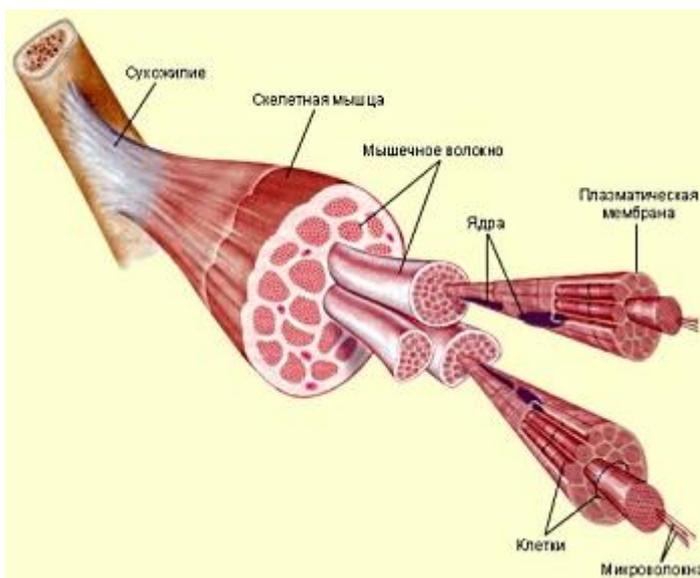
образовавшейся молочной кислоты выделяется 104,6 кДж. Гликоген, присоединяя фосфорную кислоту, сначала превращается в гексозомонофосфат, а затем в гексозодифосфат с небольшим поглощением энергии. Гексозодифосфат распадается на молочную и фосфорную кислоты с значительным освобождением энергии. Ресинтез АТФ совершается в течение тысячных долей секунды. В результате присоединения к адениловой кислоте групп фосфорной кислоты, освободившихся при расщеплении креатинфосфорной кислоты и гексозофосфата. Ресинтез креатинфосфорной кислоты происходит в результате присоединения к креатину фосфорной кислоты, освободившейся при расщеплении гексозофосфата. Энергия, освободившаяся при расщеплении креатинфосфорной кислоты и гексозофосфата, обеспечивает процессы ресинтеза, главным образом АТФ. Так как избыток адениловой кислоты, образовавшейся в первой фазе из АТФ, необратимо дезаминируется и превращается в инозиновую кислоту и аммиак, то при полном ресинтезе АТФ вначале идет ресинтез адениловой кислоты. Адениловая кислота ресинтезируется из инозиновой кислоты и аммиака, освобождающегося при дезаминировании аминокислот. Во второй, аэробной, фазе биохимических процессов освобождается наибольшее количество энергии, которое используется как для ресинтеза соединений, расщепляющихся в первой и второй фазах, так и главным образом для мышечной деятельности.

В результате гликолиза (бескислородного распада глюкозы на две частицы молочной кислоты) и расщепления гексозофосфатов образуется молочная кислота, которая окисляется до углекислоты и воды. Но не вся молочная кислота окисляется, а примерно 1/6 часть (при утомлении около 1/4). При этом расщепление каждого моля молочной кислоты освобождает 1465,5 кДж. За счет этой энергии происходит ресинтез остальной части молочной кислоты (5/6 ~ 3/4) до глюкозы и гликогена, а также ресинтез АТФ и креатинфосфорной кислоты.

Следовательно, наибольшее количество энергии при мышечной работе освобождается при окислении углеводов. Гликоген содержится главным образом в анизотропных дисках. В мышцах в покое, а также при восстановлении после сокращения кроме углеводов расщепляется небольшая часть белков и липидов. При достаточном кровообращении и содержании глюкозы и кислорода в крови мышца работает за счет энергии окислительных процессов. В покое мышца использует около 5% кислорода, поступающего с кровью. Ресинтез веществ, расщепляющихся при мышечной деятельности, увеличивается при повышении интенсивности тканевого дыхания. Таким образом, процесс расщепления усиливает ресинтез, что ведет к наиболее экономному использованию веществ и энергии.

**Теория мышечного сокращения.** Скелетные мышцы человека и млекопитающих на 72 — 80% состоят из воды и на 20—28% из плотных веществ, главным образом белков (16,5 — 21%). Белки делятся на 2 группы: белки саркоплазмы и белки миофибрилл. В первую группу входят: миоген, глобулин X, белок-пигмент мио- .  $\text{IouiiH}$ , различные ферменты, а в состав ядер — нуклеопротеиды, богатые дезоксирибонуклеиновой кислотой (ДНК). Во вторую группу входят: миозин, актотропомиозин, актомиозин, тропомио- и др. Эти

белки составляют 80% белков миофибрилл, из них I ропомиозин — 6—10%. И первой группе большое значение имеет миоглобин, который, соединяясь с частью кислорода крови, обеспечивает снабжение мышц кислородом и образование в них его запаса. Миоглобин обладает очень большим сродством к кислороду и, насыщаясь кислородом, при значительно меньшем давлении кислорода, чем гемоглобин крови, образует оксимиоглобин. Содержание миоглобина особенно велико в мышцах, производящих интенсивную и длительную работу. Большие количества миоглобина содержатся в мышцах животных, которые могут долго оставаться под водой, например у дельфина 14%, у кита 16%, у тюленя 20 — 40% от сухого остатка мышечной ткани. В онтогенезе количество миоглобина возрастает: например у зародыша человека в скелетных мышцах 0,6%, а у взрослого человека 2,7% миоглобина. Количество кислорода, который связан с миоглобином, составляет у человека 14% от общего запаса его в организме, а у тюленя — 47%. Кислород, соединенный с миоглобином, освобождается и используется при сокращении мышц. Миоген и глобулин X обладают ферментативной активностью. Среди миофибрилярных белков существенная роль принадлежит миозину, который в соединении с актотропомиозином образует сократимый белок — актомиозин. Значительная часть мышечного белка состоит из актомиозина. Из общего количества белков в мышцах кролика 38% миозина и 13 — 15% актотропомиозина. Миозин и актомиозин являются ферментами АТФ. Ферментативное действие миозина на АТФ активируется ионами кальция. Нити актомиозина представляют собой гель, который в присутствии АТФ при низких концентрациях солей подвергается синерезису, выделяя воду, что приводит к быстрому сокращению нити. При более высоких концентрациях солей



актомиозин распадается на актотропомиозин и миозин.

Тропомиозин растворяется в воде и находится в соединении с другими белками и липидами. Длина его нитей до 300 нм, а ширина — 25 нм. В мышцах зародышей меньше белков и больше воды, чем у взрослых. Количество миозина и актомиозина мало и увеличивается по мере развития сократительной функции. В мышцах эмбрионов больше саркоплазматических белков. Химические процессы при тетанических и тонических

сокращения резко отличаются. Сокращение мышечных волокон скелетных, гладких мышц и сердечной мышцы происходит в результате взаимодействия актомиозина и миозина с АТФ (В. А. Энгельгардт и М. И. Любимова, 1939). Нити миозина сокращаются под влиянием АТФ. Так как миозин не только сократительный белок, но и фермент — аденозин- трифосфатаза, то при этом АТФ под влиянием ее ферментативной активности превращается в АДФ,

адениловую кислоту и фосфорную кислоту. Под электронным микроскопом установлено, что каждая миофибрилла состоит из 2500 тончайших элементарных нитей — протофибрилл двух типов: А — из миозина, I — из актина, окружающего стержень из тропомиозина. Нити А имеют диаметр 1 нм, а нити I — 4 нм. На нитях А есть поперечные мостики. В расслабленной мышце в анизотропных дисках находится только актомиозин в виде параллельно расположенных нитей актотропомиозина и миозина. В изотропных дисках имеются только нити актотропомиозина, а в дисках М, находящихся в середине анизотропных дисков, только нити миозина. Непосредственно перед сокращением поперечная исчерченность временно исчезает, остаются только диски Т. При сокращении мышцы нити актотропомиозина входят в М диск, т. е. актин перемещается из изотропных дисков в анизотропные, в которых при этом образуется актомиозин, состоящий из параллельно расположенных нитей актотропомиозина и миозина. Следовательно, при сокращении мышцы две системы нитей: более толстые А и более тонкие I проникают друг в друга подобно зубцам двух гребенок, что и вызывает укорочение мышцы (теория скольжения) (рис. 88). При этом прекращается расщепление АТФ, вызвавшее укорочение. Такова современная теория сокращения (А. и Х., Хаксли, 1954). Сокращение обеспечивается входением ионов Са в миофибриллы. Скольжение нитей сопровождается, возможно, перестройкой молекул белка и спирализацией нитей. Установлено, что при сокращении нитей актомиозина при действии продуктов расщепления АТФ возникает напряжение мышц и на развитие этого напряжения влияет температура. У животных с постоянной температурой тела максимальное напряжение мышц при температуре 20°C в 4 — 8 раз больше, чем при 0°C. Расщепление АТФ актомиозином у кролика при 20°C также в 1 — раз больше, чем при 0°C.

АТФ повышает способность поперечнополосатой мышцы возбуждаться при действии ацетилхолина и холина. При определенных концентрациях АТФ увеличивает высоту тетанического сокращения мышцы и вызывает ускорение сокращения. В поперечнополосатой мышце содержится много АТФ — до 0,4%, но в неактивной или в связанной форме. При возбуждении часть АТФ становится активной. При частых тетанизирующих импульсах в мышце накапливается АТФ и усиливается ее действие на мышцу. Одновременно усиливается активность ацетилхолина и возрастает его роль в сокращении мышцы. В результате с каждым новым импульсом увеличивается высота сокращения и получается наиболее высокое тетаническое сокращение мышцы (Е. Б. Бабский). В результате тренировки увеличивается активность ферментов и происходит восстановление белков, а также веществ, освобождающих энергию, выше исходного уровня. Например, увеличивается содержание миоглобина и синтез других мышечных белков, АТФ, креатинфосфорной кислоты, гликогена, липидов. Обмен веществ у тренированных людей совершается более экономно. Уменьшение расхода энергии достигает 50%. Коэффициент полезного действия. Во время работы в мышце в зависимости от интенсивности изменений обмена веществ возрастает образование тепла. Часть энергии, освобождающейся при химических процессах без превращения в тепло,

непосредственно переходит в кинетическую энергию сокращения мышцы. Остальная большая часть энергии химических процессов превращается в тепловую, поэтому мышцы при сокращении выделяют тепло. Коэффициентом полезного действия (КПД) называ-ется отношение энергии, затраченной на работу мышц, ко всей энергии, произведенной в мышцах во время работы. КПД мышц человека колеблется в среднем от 15 до 25%, КПД мышц ног — от 20 до 35%, а рук — от 5 до 15%.

При тренировке он увеличивается у человека до 25 — 30% и даже до 35%, а у животных — до 50%.

Анаэробной и аэробной фазам биохимических процессов соответствуют две фазы теплообразования: начальная и восстановительная, или отставленная.

Начальная фаза вызывается биохимическими анаэробными процессами», ведущими к сокращению мышцы. При одиночном сокращении мышцы 65 — 70% тепла приходится на период сокращения и 30 — 35% — на период расслабления (запаздывающее анаэробное теплообразование). Небольшое количество тепла выделяется во время возбуждения, предшествующего сокращению. При кратковременных тетанусах на запаздывающее теплообразование приходится 20% всего тепла. В аэробных условиях в атмосфере кислорода в начальной фазе образуется столько же тепла, сколько его образуется без кислорода, и на начальную анаэробную фазу приходится 40% всего тепла, выделяемого мышцей в присутствии кислорода. Так как при пассивном укорочении и небольшом растяжении мышцы выделяется тепло, то часть тепла в начальной фазе зависит от изменения эластичности мышц. Восстановительная фаза теплообразования вызывается главным образом окислительными процес-сами. Только 25% тепла приходится на запаздывающее анаэробное теплообразование. Всего в этой фазе образуется 60% тепла, выделяемого мышцей в присутствии кислорода. Во время этой фазы происходит окисление части молочной кислоты и восстановление остальной ее части в гликоген. В нормальных условиях мышечной деятельности бескислородное и кислородное расщепление веществ и их ресинтез происходят одновременно. Поэтому при нормальном кровообращении длительная работа малой интенсивности сравнительно долго не сопровождается заметным уменьшением содержания сахара в крови и накоплением в ней молочной кислоты. При ауксотоническом сокращении выделяется на 40% больше тепла, чем при изометрическом. Чем больше напряжение мышцы при изометрическом сокращении, тем больше теплообразование. При изотоническом сокращении без груза теплообразование очень мало. Оно меньше, чем при изометрическом сокращении. Но если мышца сокращается с грузом, то теплообразование тем больше, чем больше масса груза.

Общее теплообразование в обе фазы больше начального при одиночных сокращениях в 1,5 раза, а при тетанических в 2,5 раза. Следовательно, при неизменной начальной фазе увеличивается восстановительная фаза. Это свидетельствует о более экономном использовании веществ и энергии при тетанусе.

Нейромоторные единицы. Скелетные мышцы позвоночных животных

снабжаются двигательными нервными волокнами нейронов, находящихся в передних рогах спинного мозга. Эти нервные волокна делятся на веточки, образующие нервные сплетения, расположенные между мышечными клетками, или мышечными волокнами, от которых отходят отдельные нервные волокна, соединенные с группой мышечных волокон. Каждое нервное волокно, иннервирующее группу мышечных волокон, называется пейромоторной или моторной единицей.

Различают нейромоторные единицы, участвующие в фазных движениях (сокращениях и расслаблениях) и в длительных напряжениях мышц. В скелетных мышцах, как правило, содержатся обе группы волокон. Фазные единицы разделяются на быстрые и медленные, в которых скорость проведения возбуждения в несколько раз меньше, чем в быстрых, а его возникновение и продолжительность сокращения больше. В мышцах человека, осуществляющих быстрые и точные движения, например в глазных мышцах, в одну моторную единицу входит 3 — 6, а в мышцах пальцев рук 10 — 25 мышечных волокон. В мышцах, производящих медленные движения регуляции позы человека, количество мышечных волокон в одной моторной единице доходит до 2000 — 3000, в икроножной мышце оно составляет примерно 2000. Мионевральный аппарат позвоночных. Место контакта нервного волокна с мышечным называется мионевральным аппаратом или нервно-мышечным синапсом. У позвоночных животных к каждому мионевральному аппарату подходит одна толстая мякотная веточка двигательного нервного волокна, а к капиллярам, прилегающим к мышечным волокнам, подходит одно тонкое мякотное волокно симпатической нервной системы. Двигательное нервное волокно лишается миелиновой оболочки в месте отвления концевой веточки, образующей контакты с моторной концевой пластинкой. В концевых веточках больше митохондрий, чем в аксоне. Мембраны нервного окончания и двигательной концевой пластинки разделены синаптической щелью шириной 50 нм. По краям контакта мембран синаптическая щель открывается в внеклеточное пространство. В пресинаптическом нервном окончании, непосредственно у пресинаптической щели, много пузырьков ацетилхолина диаметром около 50 нм (рис. 90). Мышечное волокно имеет только один синапс. Площадь мионеврального аппарата млекопитающих 2—3 мкм<sup>2</sup>, общее количество пузырьков ацетилхолина около 20 тыс., они занимают примерно 20% объема аппарата. На постсинаптической мембране около 4 млн. холинорецепторов, связывающих ацетилхолин, что увеличивает ее проницаемость для ионов Na и K, и холинэстераз, в которых ацетилхолин разрушается ферментом холинэстеразой. Ацетилхолин как медиатор или посредник в передаче возбуждения обеспечивает прохождение импульсов возбуждения через мионевральный аппарат с нерва на мышцу, Разрушение ацетилхолина прекращает нервно-мышечную передачу. Эта передача облегчается суммацией мельчайших порций — квантов ацетилхолина, поступающих из каждого пузырька, а также увеличением общего количества ацетилхолина. Таким образом, возбуждение в мионевральном аппарате возрастает градуально, В покое в отсутствие нервного импульса выделяется небольшое количество ацетилхолина, но беспорядочно, асинхронно, что приводит к

возникновению слабых, миниатюрных электрических потенциалов. При поступлении одиночного нервного импульса кванты ацетилхолина выделяются синхронно и в большом количестве, что приводит к образованию в мионевральном аппарате потенциала, в 50 — 80 раз превышающего амплитуду слабого потенциала в покое. Этот потенциал возбуждает мышечные волокна. После прекращения раздражения двигательного нерва, вызывавшего тетаническое сокращение мышцы, возбуждение мионевральных аппаратов прекращается не сразу, а продолжается некоторое время. После длительного тетанического сокращения наблюдается временное угнетение передачи импульсов как результат выделения большого количества ацетилхолина. Наоборот, когда тетаническое сокращение продолжается недолго и секреция ацетилхолина мала, после прекращения раздражения нерва возбуждение мионеврального аппарата усиливается. При оптимальном ритме раздражения повышается экономичность расходования ацетилхолина на проведение каждого нервного импульса. Сокращение моторных единиц. Сокращение одной нейромоторной единицы зависит от ее функционального состояния, а целой мышцы—от количества функционирующих нейромоторных единиц. Наибольшее напряжение развивает нейромоторная единица икроножной и камбаловидной мышц, поддерживающих позу стояния.

При увеличении силы раздражения скелетной мышцы высота ее сокращения возрастает (рис. 91). Это зависит от количества возбужденных моторных единиц, число которых увеличивается по мере повышения силы раздражения (К. Люкас, 1910). Мышечные волокна, составляющие одну моторную единицу, сокращаются синхронно, одновременно, но мышечные волокна разных моторных единиц сокращаются, как правило, асинхронно, разновремененно, так как разные моторные единицы иннервируются различными нейронами спинного мозга (рис. 92). В результате суммации сокращений отдельных моторных единиц получается гладкий тетанус, высота которого градуально повышается по мере увеличения числа сокращающихся моторных единиц. Следовательно, возрастание силы сокращения скелетной мышцы градуально зависит от числа сокращенных моторных единиц, а также обусловлено критическим пределом силы раздражения.

Сила сокращения мышцы зависит также от частоты возбуждения каждой моторной единицы. При небольшом напряжении мышцы частота импульсов возбуждения каждой моторной единицы равна 5 — 10 в 1 с, а при повышении напряжения — 20 — 50 до 150 в 1 с. Таким образом, высота сокращения мышцы возрастает также в зависимости от частоты ее раздражения, но до известного критического предела.

Однако сила и частота раздражения определяют уровень обмена вещества в моторных единицах, который имеет решающее значение для градуального возрастания силы, или напряжения, скелетных мышц. Частота и сила импульсов регулируются по двигательным и вегетативным нервам скелетных мышц. Сокращение и напряжение целой мышцы может долго продолжаться без утомления, так как в естественных условиях сокращение и напряжение мышц —

результат суммации неодновременных, асинхронных сокращений и напряжений разных нейромоторных единиц.

*Контрольные вопросы:*

1. *Какую роль выполняет мышечная ткань в организме? Каково ее главное свойство?*
2. *Какие ткани образуют гладкие и скелетные мышцы? Чем эти мышцы отличаются друг от друга?*
3. *Какое значение имеет способность мышц сокращаться?*
4. *Какие мышцы участвуют в выполнении произвольных движений?*
5. *Где находятся высшие двигательные центры?*
6. *Почему во время усиленной мышечной работы человеку становится жарко?*
7. *Каково строение мышцы?*
8. *Особенности строения мышечного волокна.*
9. *Какие особенности мышечной клетки обеспечивают ее сокращение?*
10. *Как происходит регуляция работы скелетных мышц?*

*Литература*

1. Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И., Гайворонский А.И. Анатомия и физиология человека. – М.: «Академия», 2011.
2. Миловзорова М. С. Анатомия и физиология человека. М: Медицина, 1972.
3. Федюкович Н.И. Анатомия и физиология человека. Ростов-на-Дону: «Феникс», 2009.

## **Тема 12: Двигательные качества человека: сила, выносливость, скорость, гибкость, ловкость, координация движений.**

*План:*

1. *Двигательные качества человека.*
2. *Сила.*
3. *Выносливость.*
4. *Скорость.*
5. *Гибкость.*
6. *Ловкость.*
7. *Координация движений.*

**Физическими (двигательными) качествами** называются отдельные качественные стороны двигательных возможностей ребенка, его двигательные способности. Они проявляются в конкретных действиях – основных движениях (ходьбе, беге, прыжках, лазаньи, метании), игровых, спортивных занятиях.

Одно и то же качество может определять успех в выполнении разных действий. Например, способность к быстроте движений позволяет быстро бегать, плавать, ездить на велосипеде. А кратковременные силовые напряжения необходимы в прыжках, лазаньи, при метании предметов.

Физические качества у детей проявляются через двигательные навыки и умения, а они, в свою очередь, обусловлены достаточным уровнем их развития. Эти две стороны двигательной функции тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены. Если формирование двигательных навыков у детей закрепляется при низком уровне развития двигательных качеств, то в дальнейшем это может привести к закреплению неправильных навыков выполнения движения.

Для выполнения ряда движений детям дошкольного возраста необходим определенный уровень развития быстроты, ловкости, силы, выносливости. Без этого движениям детей, несмотря на их разнообразие, не хватает экономичности, целесообразности, они не могут проявить полностью имеющийся резерв возможностей организма.

Уровень физической подготовленности во многом отражает возможности функциональных систем организма. Лучшие показатели физических качеств (например, быстроты) отмечаются при хорошем функциональном состоянии организма, при благоприятном эмоциональном фоне. В свою очередь при накоплении в организме усталости или при отрицательных эмоциях заметно снижаются частота движений и их скорость, двигательная реакция замедляется, увеличивается число неточных движений, особенно сложно координированных.

Объективность оценки физической подготовленности во многом определяется знанием возрастных особенностей и закономерностей развития у дошкольников моторной сферы, в т. ч. физических качеств. Наиболее важными из этих особенностей являются их обусловленность незавершенностью формирования физиологических структур организма и наличие в динамике физического развития ребенка чувствительных к внешним воздействиям периодов. Характерными для дошкольников считаются также большая

изменчивость пропорций тела и неравномерность развития функциональных систем организма. Все это диктует необходимость реализации строго соответствующих возможностям детей методов обучения и диагностики развития двигательных навыков и физических качеств.

К числу основных физических качеств относят *гибкость, различные виды выносливости, силовые качества (мышечную силу), скоростные качества (быстроту), их сочетание (скоростносиловые качества), ловкость, а также координационные способности.*

**Гибкость** определяет степень подвижности опорно-двигательного аппарата и имеет особое значение для здоровья. Способность выполнять повороты и круговые движения в суставах тела свидетельствует о хорошем физическом состоянии человека. Показателем гибкости служит наибольшая амплитуда движения.

**Быстрота** – способность человека совершать двигательные действия в максимально короткий отрезок времени. Она относится к числу консервативных, т. е. трудно развиваемых, качеств человека. Развитие быстроты во многом зависит от природных данных, часто передаваемых по наследству.

**Выносливость** является одним из важнейших физических качеств человека, характеризующих его физическое состояние. Она тесно связана с уровнем развития кардио-респираторной системы организма и уровнем общей работоспособности. Это качество обеспечивает длительность выполнения работы без снижения ее интенсивности и эффективности.

Различают **два вида выносливости: общую и специальную.**

**Общая выносливость** – способность долго выполнять физическую работу с участием большинства мышечных групп.

**Специальная выносливость** – способность долго выполнять физическую работу, направленную на определенную двигательную деятельность, с участием определенной группы мышц.

**Сила** – взаимодействие психикофизиологических процессов организма человека, позволяющих преодолевать внешнее сопротивление за счет мышечных усилий. Качество силы выражается через совокупность силовых способностей.

Различают **собственно-силовые способности (статическая сила)**, которые проявляется при статической работе (мышцы при этом не изменяют свою длину), **искоростносиловые способности.**

Важнейшим фактором, от которого в решающей мере зависят успешность обучения новым двигательным действиям и совершенствование ранее разученных упражнений, является **координация**. Под координационными качествами понимается способность быстро согласовывать отдельные двигательные действия в меняющихся условиях, выполнять движения точно и рационально.

**Ловкость** – более общее по сравнению с координацией понятие. Это комплексное качество обеспечивает рациональное и быстрое выполнение движений в меняющихся условиях.

**Сила.**

И настоящее время исследованиями и практикой подтверждено положение о том, что физические качества наиболее успешно развиваются в том случае, если

тренировки проходят по комплексному Методу. Это значит, что в занятиях применяются разнообразные средства, предусматривающие одновременное развитие быстроты, силы и выносливости, а не одного и этих компонентов. И наоборот, отсутствие «миогорности» при освоении спортивной специализации, работа над развитием какого-либо одного качества или небольшого числа навыков значительно снижают двигательный диапазон занимающихся, ослабляют развитие их координационных способностей. Сила как двигательное качество человека — это способность преодолевать внешнее сопротивление или противодействовать ему за счет мышечных напряжений. Сила во всех видах спортивных игр имеет большое значение. Она необходима в беге, прыжках, передачах мяча, ударах и т. п. От уровня развития силы зависит проявление быстроты движений, создаются лучшие условия для совершенствования быстроты. Мышечная сила зависит от физиологического поперечника мышц, характера биохимических реакций, особенностей нервной регуляции. Большую роль в проявлении силовых качеств играет волевой фактор. В результате систематических занятий физическими упражнениями происходит утолщение мышечных волокон, улучшается их капилляризация, поперечник мышцы увеличивается. Упражнения на силу в зависимости от особенностей режимов деятельности мышц делятся на динамические и статические. При выполнении динамических упражнений происходит перемещение тела или его частей в пространстве (ходьба, бег, прыжки и др.). В статических (или изометрических) упражнениях обеспечивается определенная поза тела за счет противодействия внешним силам (упоры, весы, удержание штанги в различных положениях и др.). В спортивной практике для развития силы чаще применяют динамические упражнения. Развитие силы и быстроты мышечных сокращений достигается с помощью разнообразных упражнений с внешним отягощением или сопротивлением (набивные мячи, штанга, гантели, ядра, вес или сопротивление партнера, эспандеры и др.). При их выполнении педагог может достаточно точно дозировать объем и интенсивность нагрузки, обеспечить преимущественное воздействие на отдельные группы мышц. Парные упражнения (с сопротивлением, в перетягивании, борьба) развивают не только силу, ловкость, но и волю. Динамические упражнения, связанные с преодолением тяжести собственного веса, позволяют игроку постепенно переходить от медленных движений к быстрым, от малой нагрузки к значительной. Прирост мышечной силы находится в существенной зависимости от методов ее развития. В практике чаще всего применяют два метода: метод повторных упражнений с неопредельными грузами, поднимаемыми возможно большее количество раз (до тех пор, пока из-за утомления у спортсмена не начнет нарушаться правильность движений), и метод максимальных усилий, т. е. повторное поднятие предельного или около предельного груза, составляющего в тренировке 90—95% от максимального веса, поднимаемого спортсменом (Н. Г. Озолин).

### **Выносливость.**

**Выносливость** - важнейшее физическое качество, проявляющееся в профессиональной, спортивной деятельности и в повседневной жизни людей. Она отражает общий уровень работоспособности человека.

Являясь многофункциональным свойством человеческого организма, выносливость интегрирует в себе большое число процессов, происходящих на различных уровнях: от клеточного и до целостного организма. Однако, как показывают результаты современных научных исследований, в преобладающем большинстве случаев ведущая роль в проявлениях выносливости принадлежит факторам энергетического обмена и вегетативным системам его обеспечения - сердечно-сосудистой и дыхательной, а также центральной нервной системе.

В теории и методике физической культуры выносливость определяют как способность поддерживать заданную, необходимую для обеспечения профессиональной деятельности, мощность нагрузки и противостоять утомлению, возникающему в процессе выполнения работы. Поэтому, **выносливость проявляется в двух основных формах:**

1. В продолжительности работы на заданном уровне мощности до появления первых признаков выраженного утомления.
2. В скорости снижения работоспособности при наступлении утомления.

Приступая к тренировке, важно уяснить задачи, последовательно решая которые, можно развивать и поддерживать свою профессиональную работоспособность. Эти задачи заключаются в целенаправленном воздействии средствами физической подготовки на всю совокупность факторов, обеспечивающих необходимый уровень развития работоспособности и имеющих специфические особенности в каждом виде профессиональной деятельности. Решаются они в процессе специальной и общеподготовительной подготовки. Поэтому различают специальную и общую выносливость. Специальная выносливость - это способность к длительному перенесению нагрузок, характерных для конкретного вида профессиональной деятельности. Специальная выносливость - сложное, многокомпонентное двигательное качество. Изменяя параметры выполняемых упражнений, можно избирательно подбирать нагрузку для развития и совершенствования отдельных её компонентов. Для каждой профессии или групп сходных профессий могут быть свои сочетания этих компонентов.

Выделяют несколько **видов проявления специальной выносливости**: к сложнокоординированной, силовой, скоростно-силовой и гликолитической анаэробной работе; статическую выносливость, связанную с длительным пребыванием в вынужденной позе в условиях малой подвижности или ограниченного пространства; выносливость к продолжительному выполнению работы умеренной и малой мощности; к длительной работе переменной мощности; а также к работе в условиях гипоксии (недостатка кислорода); сенсорную выносливость - способность быстро и точно реагировать на внешние воздействия среды без снижения эффективности профессиональных действий в условиях физической перегрузки или утомления сенсорных систем организма. Сенсорная выносливость зависит от устойчивости и надёжности функционирования анализаторов: двигательного, вестибулярного, тактильного, зрительного, слухового.

Под **общей выносливостью** понимается совокупность функциональных возможностей организма, определяющих его способность к продолжительному выполнению с высокой эффективностью работы умеренной интенсивности и составляющих неспецифическую основу проявления работоспособности в различных видах профессиональной или спортивной деятельности.

Физиологической основой общей выносливости для большинства современных видов профессиональной деятельности являются аэробные способности: они относительно малоспецифичны и мало зависят от вида выполняемых упражнений. Поэтому, например, если Вы в беге или плавании сумели повысить свои аэробные возможности, то это улучшение скажется и на выполнении упражнений в других видах деятельности, например, в лыжах, гребле, езде на велосипеде, и др. Чем ниже мощность выполняемой работы и больше количество участвующих в ней мышц, тем в меньшей степени её результативность будет зависеть от совершенства двигательного навыка и больше - от аэробных возможностей. Функциональные возможности вегетативных систем организма будут высокими при выполнении всех упражнений аэробной направленности. Именно поэтому выносливость к работе такой направленности имеет общий характер и её называют общей выносливостью.

Общая выносливость является основой высокой физической работоспособности, необходимой для успешной профессиональной деятельности. За счёт высокой мощности и устойчивости аэробных процессов быстрее восстанавливаются внутримышечные энергоресурсы и компенсируются неблагоприятные сдвиги во внутренней среде организма в процессе самой работы, обеспечивается переносимость высоких объёмов интенсивных силовых, скоростно-силовых физических нагрузок и координационно-сложных двигательных действий, ускоряется течение восстановительных процессов в периоды между тренировками.

В зависимости от количества участвующих в работе мышц, различают также **глобальную** (при участии в ней более 3/4 мышц тела), **региональную** (если задействовано от 1/4 до 3/4 мышечной массы) и **локальную** (менее 1/4) **выносливость**.

**Глобальная работа** вызывает наибольшее усиление деятельности кардиореспираторных систем организма, в её энергетическом обеспечении больше доля аэробных процессов.

**Региональная работа** приводит к менее выраженным метаболическим сдвигам в организме, в её обеспечении возрастает доля анаэробных процессов. **Локальная работа** не связана со значительными изменениями состояния организма в целом, но в работающих мышцах происходит существенное истощение энергетических субстратов, приводящее к локальному мышечному утомлению. Чем локальнее мышечная работа, тем больше в ней доля анаэробных процессов энергообеспечения при одинаковом объёме внешне выполненной физической работы. Такой вид выносливости характерен для выполнения большинства трудовых операций современных профессий.

**Скорость.**

Быстрота – способность выполнять двигательное действие с максимальной скоростью (за наименьший промежуток времени). Различают элементарные и комплексные формы проявления скоростных способностей. К элементарным формам относятся быстрота реакции, скорость одиночного движения, частота (темп) движений.

Быстрота простой реакции - латентный (скрытый) период реакции - временной отрезок от момента появления сигнала до момента начала движения. Латентное время простой реакции у взрослых, как правило, не превышает 0,3 с. Сложные двигательные реакции - это реакции «выбора» (когда из нескольких возможных действий требуется мгновенно выбрать одно, адекватное данной ситуации). В ряде видов спорта такие реакции одновременно являются реакциями на движущийся объект (мяч, шайба и т.п.). Частота, или темп, движений — это число движений в единицу времени (например, число беговых шагов за 10 с). Формы проявления скоростных способностей выступают в различных сочетаниях и в совокупности с другими физическими качествами и техническими действиями: быстрота выполнения целостных двигательных действий, способность как можно быстрее набрать максимальную скорость и способность длительно поддерживать ее. Способность как можно быстрее набрать максимальную скорость определяют по фазе стартового разгона или стартовой скорости. В среднем это время составляет 5—6 с. Способность как можно дольше удерживать достигнутую максимальную скорость называют скоростной выносливостью и определяют по дистанционной скорости.

В играх и единоборствах есть еще одно специфическое проявление скоростных качеств — быстрота торможения, когда в связи с изменением ситуации необходимо мгновенно остановиться и начать движение в другом направлении. Проявление форм быстроты и скорости движений зависит от целого ряда факторов: состояния центральной нервной системы и нервно-мышечного аппарата человека; морфологических особенностей мышечной ткани, ее композиции (т.е. от соотношения быстрых и медленных волокон); силы мышц; способности мышц быстро переходить из напряженного состояния в расслабленное; энергетических запасов в мышце (АТФ и КТФ); амплитуды движений, т.е. от степени подвижности в суставах; способности к координации движений при скоростной работе; биологического ритма жизнедеятельности организма; возраста и пола; скоростных природных способностей человека. Наиболее благоприятными периодами для развития скоростных способностей как у мальчиков, так и у девочек считается возраст от 7 до 11 лет. Несколько в меньшем темпе рост различных показателей быстроты продолжается с 11 до 14—15 лет. Половые различия в уровне развития скоростных способностей невелики до 12—13-летнего возраста.

Средствами развития быстроты являются упражнения, выполняемые с предельной либо околопредельной скоростью (т.е. скоростные упражнения). Их можно разделить на три основные группы (В. И. Лях, 1997).

1. Упражнения, направленно воздействующие на отдельные компоненты

скоростных способностей: быстроту реакции; скорость выполнения отдельных движений; улучшение частоты движений; улучшение стартовой скорости; скоростную выносливость; быстроту выполнения последовательных двигательных действий в целом (например, бега, плавания, ведения мяча).

2. Упражнения комплексного (разностороннего) воздействия на все основные компоненты скоростных способностей (например, спортивные и подвижные игры, эстафеты, единоборства и т.д.).

3. Упражнения сопряженного воздействия: на скоростные и все другие способности (скоростные и силовые, скоростные и координационные, скоростные и выносливость); на скоростные способности и совершенствование двигательных действий (в беге, плавании, спортивных играх и др.).

Для развития частоты движений применяются: циклические упражнения в условиях, способствующих повышению темпа движений. Основными методами воспитания скоростных способностей являются: Методы строго регламентированного упражнения включают в себя: а) методы повторного выполнения действий с установкой на максимальную скорость движения; б) методы вариативного (переменного) упражнения с варьированием скорости и ускорений по заданной программе в специально созданных условиях. Соревновательный метод – различные тренировочные состязания (прикидки, эстафеты, гандикапы - уравнивательные соревнования) и финальные соревнования. Игровой метод - выполнение разнообразных упражнений с максимально возможной

### **Гибкость.**

Гибкость – это одно из пяти основных физических качеств человека. Она характеризуется степенью подвижности звеньев опорно-двигательного аппарата и способностью выполнять движения с большой амплитудой. Это физическое качество необходимо развивать с самого раннего детства и систематически.

Внешнее проявление гибкости отражает внутренние изменения в мышцах, суставах, сердечно-сосудистой системе. Недостаточная гибкость приводит к нарушениям в осанке, возникновению остеохондроза, отложению солей, изменениям в походке. Недостаточный анализ гибкости у спортсменов приводит к травмированию, а также к несовершенной технике.

Для успешного развития гибкости, прежде всего, необходима теоретическая обоснованность вопроса. Необходимые для практики сведения относятся к различным областям знаний: теории и методике физического воспитания, анатомии, биомеханике, физиологии. Закономерности, лежащие в основе развития гибкости, не изучались всесторонне, исследования проводились в направлении накопления фактических материалов в различных областях знаний. Для нахождения эффективных средств развития гибкости предлагается комплексный подход, объединяющий различные области познания, что поможет выявить причинно-следственную связь всех сторон изучаемого качества.

Особенности гибкости имеют свою специфику в зависимости от рода деятельности.

### **Гибкость и факторы, влияющие на её развитие**

В профессиональной физической подготовке и спорте гибкость необходима для выполнения движений с большой и предельной амплитудой. Недостаточная подвижность в суставах может ограничивать проявление качеств силы, быстроты реакции и скорости движений, выносливости, увеличивая энергозатраты и снижая экономичность работы, и зачастую приводит к серьезным травмам мышц и связок.

Сам термин *гибкость* обычно используется для интегральной оценки подвижности звеньев тела. Если же оценивается амплитуда движений в отдельных суставах, то принято говорить о подвижности в них.

В теории и методике физической культуры гибкость рассматривается как многофункциональное свойство опорно-двигательного аппарата человека, определяющее пределы движений звеньев тела. Различают две формы её проявления: активную, характеризуемую величиной амплитуды движений при самостоятельном выполнении упражнений благодаря своим мышечным усилиям; пассивную, характеризуемую максимальной величиной амплитуды движений, достигаемой при действии внешних сил (с помощью партнера или отягощения) (рис. 1).

В пассивных упражнениях на гибкость достигается большая, чем в активных упражнениях, амплитуда движений. Разницу между показателями активной и пассивной гибкости называют *резервной растяжимостью* или *запасом гибкости*.

Различают также общую и специальную гибкость. Общая гибкость характеризует подвижность во всех суставах тела и позволяет выполнять разнообразные движения с большой амплитудой. Специальная гибкость – предельная подвижность в отдельных суставах, определяющая эффективность спортивной или профессионально-прикладной деятельности.

Развивают гибкость с помощью упражнений на растягивание мышц и связок. В общем виде их можно классифицировать не только по активной, пассивной направленности, но и по характеру работы мышц. Различают динамические, статические, а также смешанные статодинамические упражнения на растягивание (рис. 2).

Рис № 1 Основные разновидности гибкости

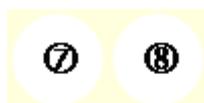
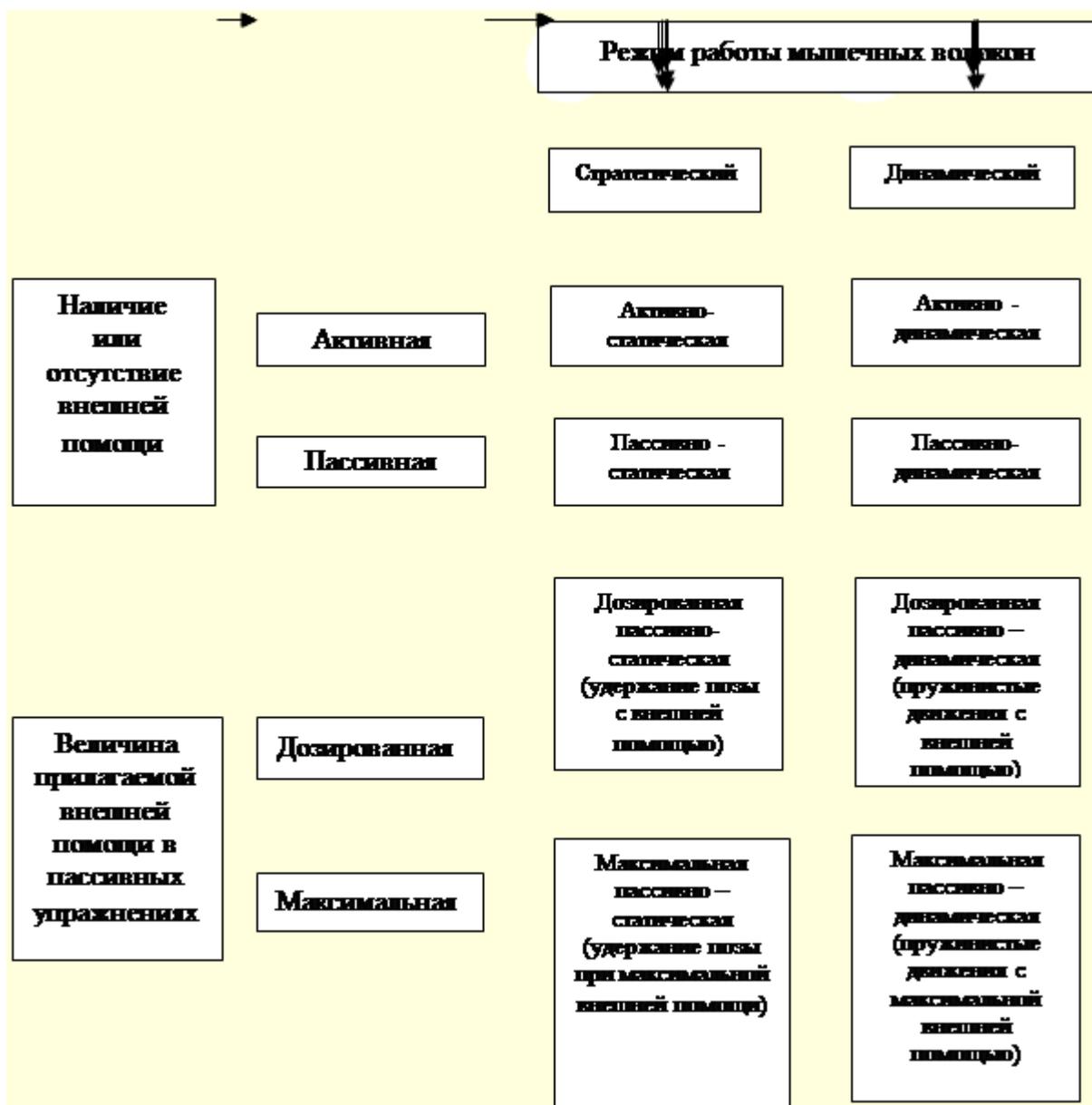
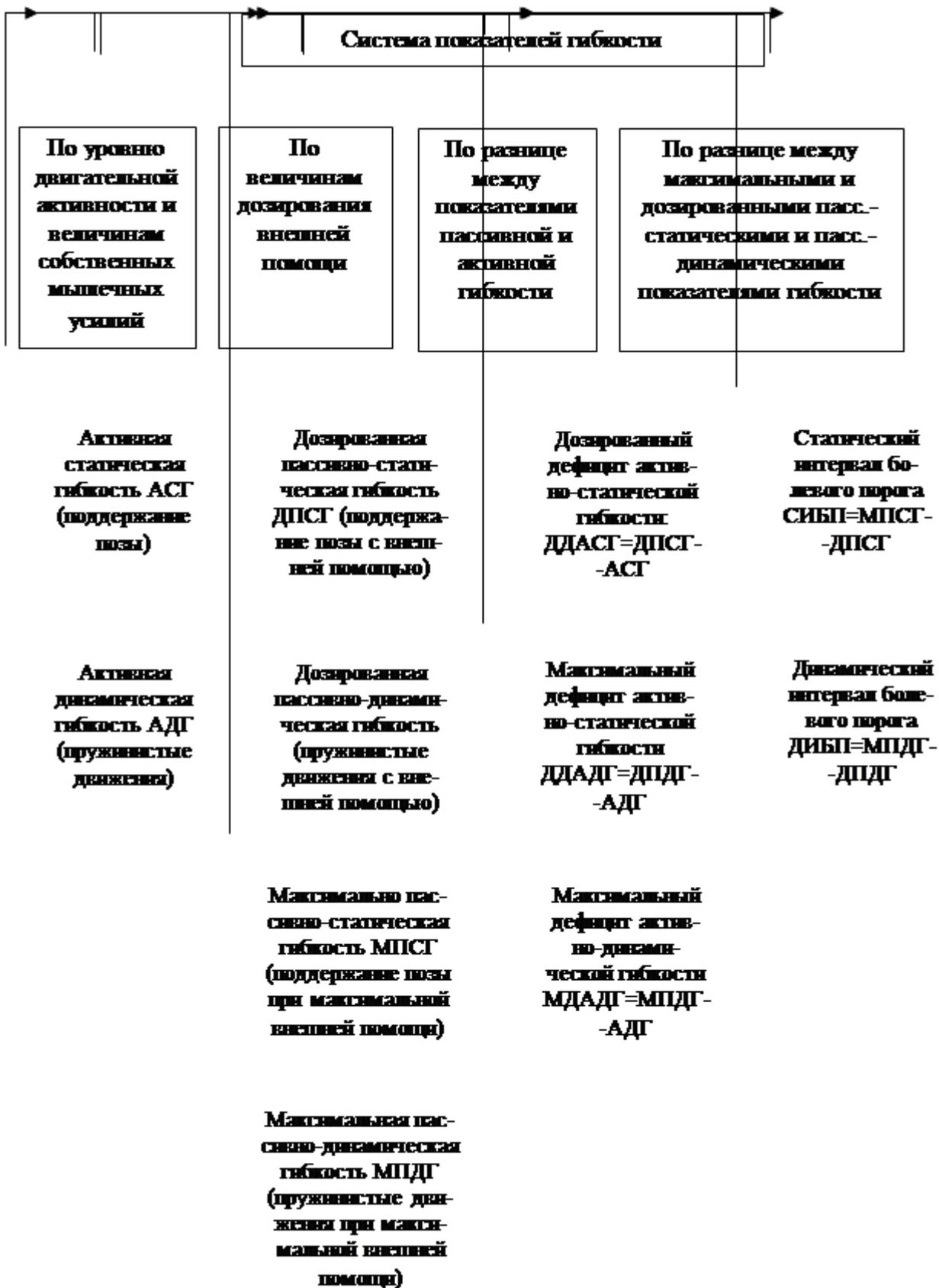


Рис. № 2. Система из 12 показателей гибкости



Специальная гибкость приобретается в процессе выполнения определенных упражнений на растяжение мышечно-связочного аппарата.

Зависит гибкость от многих факторов и, прежде всего, от строения суставов, эластических свойств связок и мышц, а также от нервной регуляции тонуса

мышц. Также она зависит от пола, возраста, времени суток (утром гибкость снижена) (рис. 3).

Дети более гибки, чем взрослые. Развивать это качество лучше всего в 11-14 лет. Обычно у девочек и девушек это качество на 20-25% более выражено, чем у мальчиков и юношей. Гибкость увеличивается с возрастом примерно до 17-20 лет, после чего амплитуда движений человека уменьшается вследствие возрастных изменений. У женщин гибкость на 20-30% выше, чем у мужчин. Подвижность суставов у людей астенического типа меньше, чем у лиц мышечного и пикнического типа телосложения. Эмоциональный подъем при возбуждении способствует увеличению гибкости. Под влиянием локального утомления показатели активной гибкости уменьшаются на 11,6%, а пассивной – увеличиваются на 9,5%. Наиболее высокие показатели гибкости регистрируются от 12 до 17 часов суток и в условиях повышенной температуры окружающей среды. Предварительный массаж, горячий душ, умеренное возбуждение растягиваемых мышц также способствует увеличению гибкости более чем на 15%. (18)

Чем больше соответствие друг другу сочленяющихся суставных поверхностей (т.е. их когерентность), тем меньше их подвижность.

Шаровидные суставы имеют три, яйцевидные и седловидные – две, а блоковидные и цилиндрические – лишь одну ось вращения. В плоских суставах, не имеющих осей вращения, возможно лишь ограниченное скольжение одной суставной поверхности по другой.

Ограничивают подвижность и такие анатомические особенности суставов, как костные выступы, находящиеся на пути движения суставных поверхностей.

Ограничение гибкости связано и со связочным аппаратом: чем толще связки и суставная капсула и чем больше натяжение суставной капсулы, тем больше ограничена подвижность сочленяющихся сегментов тела. Кроме того, размах движений может быть лимитирован напряжением мышц-антагонистов. Поэтому проявление гибкости зависит не только от эластических свойств мышц, связок, формы и особенностей сочленяющихся суставных поверхностей, но и от способности сочетать произвольное расслабление растягиваемых мышц с напряжением мышц, производящих движение, т.е. от совершенства мышечной координации. Чем выше способность мышц-антагонистов к растяжению, тем меньшее сопротивление они оказывают при выполнении движений, и тем “легче” выполняются эти движения. Недостаточная подвижность в суставах, связанная с несогласованной работой мышц, вызывает “закрепощение” движений, резко замедляет их выполнение, затрудняет процесс освоения двигательных навыков. В ряде случаев узловые компоненты техники сложно координированных движений вообще не могут быть выполнены из-за ограниченной подвижности работающих звеньев тела.

К снижению гибкости может привести и систематическое или концентрированное на отдельных этапах подготовки применение силовых упражнений, если при этом в тренировочные программы не включаются упражнения на растягивание. (17)

<b>Гибкость зависит от</b>
<b>Строения суставов</b>
<b>Эластичности мышц, связок, суставных сумок</b>
<b>Психического состояния</b>
<b>Степени активности растяжимых мышц</b>
<b>Разминки</b>
<b>Массажа</b>
<b>Температуры среды и тела</b>
<b>Суточного периода</b>
<b>Возраста</b>
<b>Уровня силовой подготовленности</b>
<b>Исходного положения тела и его частей</b>
<b>Ритма движения</b>
<b>Предварительного напряжения мышц</b>

Рис. № 3

### Методы измерения гибкости.

Методы измерения гибкости в настоящее время нельзя признать совершенными. На это есть серьезные причины. В научных исследованиях ее обычно выражают в градусах, на практике же пользуются линейными мерами. Различают следующие виды гибкости – активную, пассивную, активно-динамическую. Активная гибкость имеет место, когда движение выполняется за счет силы мышц-антагонистов движения, пассивные движения осуществляются в результате действия посторонних сил. Активно-динамическая гибкость – это гибкость, проявляемая в движениях.

Ещё одной причиной, вызывающей трудности в измерении гибкости, является отличие “рабочей подвижности” (при выполнении рабочих и спортивных движений) от “скелетной гибкости” (анатомической), которую точнее всего можно измерить только на рентгенограммах. “Скелетная гибкость” зависит от формы и протяженности суставных поверхностей.

Математические методы исследования суставных поверхностей, которые стали рассматриваться как отрезки геометрических тел, послужили толчком для систематического изучения суставов и выявили “скелетную подвижность”, т.е. подвижность, зависящую от формы и протяженности суставных поверхностей.

Н.И.Пирогов производил распилы замороженных трупов с последующей их зарисовкой. Этот оригинальный метод позволил изучать подвижность не только скелетную, но и при сокращении мышц, т.е. в условиях, максимально приближенных к естественным.

Методы изучения подвижности в суставах на костно-связочных препаратах заключались в том, что одна из сочленяющихся костей фиксируется в тисках или с помощью других приспособлений, закрепляющих её неподвижно, в другую же вбивается штифт соответственно продольной оси и по движению штифта определяется подвижность.

Для определения размаха движений в суставах живого человека использовались разнообразные конструкции гониометров. Наиболее распространенная конструкция состоит из двух branшей и укрепленного на одной из них транспорта (гониометр Амара, гониометр Каравицкого). Широко используются также электрогониометры Р.А.Белова, Г.С.Туманяна.

Общий недостаток гониометров тот, что их ось вращения необходимо установить соответственно оси вращения сустава, в котором производится измерение. Точное же определение оси невозможно, особенно в том случае, если в процессе движения она перемещается.

Световая регистрация движений позволила не только фиксировать какое-то положение (фотография), но и измерить амплитуду движения в процессе движения (киносъемка). Кроме киносъемки существуют ещё такие методы как циклография, киноциклография (очень быстрых движений), а также получение фотограмм, т.е. фотографирование движений светящейся точки. Существенные недостатки световой регистрации заключаются в их дальнейшей обработке для получения данных о степени подвижности в суставах.

Появление рентгенологического метода исследования открыло новые возможности для изучения суставов на живом человеке. Он обладает тем важным преимуществом, что позволяет видеть расположение костей, следовательно, и точно измерить углы между их продольными осями.

Однако рентгенография позволяет изучать соотношения суставных поверхностей костей только в фиксированном положении.

Восполнить этот недостаток позволяет кинорентгено съемка, которая позволяет проследить за соотношением суставных поверхностей от начала и до конца движения.

Кинорентгено съемка позволяет не только визуально проследить за соотношением суставных поверхностей в процессе выполнения движения, но и произвести расчеты.

Нельзя не учитывать дорогой стоимости рентгенографии и кинорентгено съемки, а также не безразличных последствий для здоровья. Вот почему все-таки более распространенным методом для измерения гибкости, несмотря на указанные недостатки, является гониометрический.

На рисунках 4, 5 показаны исходные положения, из которых измеряется подвижность в основных суставах тела человека (фотографии и описание методики взяты из книги Э.Г.Мартпросова “Методы исследования в спортивной антропологии”, 1982г.).

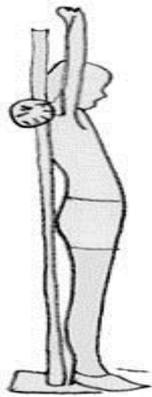


Рис. 4



Рис. 4'

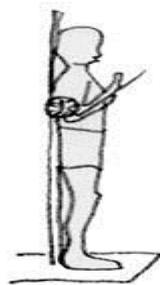


Рис. 5

Сгибание и разгибание в плечевом суставе. Во время измерения подвижности в плечевом суставе (рис. 4) при сгибании руки тело испытуемого закреплено в вертикальной стойке гониометрической платформы в области верхней трети бедра и в поясничном отделе позвоночного столба. Данный способ фиксации испытуемого исключает возможность сгибания голени и разгибания позвоночного столба. Голова и спина касаются стойки. Неподвижная branша с гравитационным гониометром, прикрепленным перпендикулярно к ней, устанавливается в проекции оси плечевого сустава и приставляется к точке её проекции на наружную поверхность плеча, а подвижная – к проекционной точке поперечной оси локтевого сустава. Испытуемый поднимает обе руки параллельно друг другу и выполняет максимальное сгибание в плечевом суставе. На шкале гониометра читается результат активной подвижности в градусах.

При измерении разгибания в плечевом суставе исходное положение то же. Гониометр следует повернуть шкалой к себе.

Сгибание в локтевом суставе. Фиксация испытуемого и исходное положение прежние (рис. 5), однако, плечо закрепляется на проекционную точку поперечной оси локтевого сустава, подвижная – лучезапястного. В момент измерения предплечье и плечо испытуемого супинированы. И так далее остальные основные суставы

Анализ описанных методов измерения гибкости показывает, что метрология пока ещё не имеет достаточно информативного, надежного и в то же время пригодного для массовых и лабораторных способов измерений гибкости.

Вообще широко распространено мнение, что об «общей гибкости тела» можно судить по наклону вперед.

При наклоне вперед туловище сгибается в тазобедренных суставах и суставах поясничного и нижнего грудного отделов позвоночного столба.

По наклону вперед судят об уровне развития гибкости. Для этого испытуемый, стоя на ступеньке или столе, к которому вертикально приставлена линейка с сантиметровыми делениями, выполняет наклон вперед. Гибкость оценивается расстоянием от кончиков пальцев руки до опоры. Нормальной считается гибкость, оцениваемая в 0 очков: в этом случае испытуемый достигает кончиками пальцев до опоры. Если, не сгибая коленей, удастся дотянуться ещё ниже, гибкость оценивается тем или иным положительным числом очков. У человека, не достающего опоры, оценка гибкости отрицательная.

Но, по мнению Ф.Л.Доленко, этот способ нельзя признать удовлетворительным для оценки уровня общей гибкости. Он предлагает свой способ определения гибкости, который лишен недостатков. На способ получено авторское свидетельство, он апробирован в массовом тестировании более чем 4000 человек.

При способе Ф.Л.Доленко гибкость тела определяют путем измерения степени максимального прогиба из заданного исходного положения. Прогиб выполняется из основной стойки с фиксированным положением рук на внешней опоре. Величиной прогиба считается минимальное расстояние от вертикальной стенки до крестцовой точки. Индекс гибкости получается от деления величины прогиба к длине тела до седьмого шейного позвонка. Прогиб измеряется у вертикальной стенки с горизонтальными перекладинами в 40 мм.

Длина и положение перекладин должны обеспечивать ширину хвата руками от 40 до 100 см. Лучше, если перекладины будут передвижными, с возможностью их фиксации на необходимой высоте.

Описанный тест стабилен. После 15-минутной разминки изменение индекса гибкости не происходит. При способе же измерения гибкости по наклону вперед даже простое разогревание увеличивает гибкость в несколько раз, что, конечно же, не отражает реального положения вещей.

Хочется сказать, что пассивная гибкость всегда больше активной.

Можно сделать вывод, что в научных исследованиях используются оптические, механические, механико-электрические и рентгенографические методы измерения объема движения в суставах. В практике же тренерской работы используются наиболее простые механические методы. (7)

### **Методика развития гибкости и межмышечной координации.**

Основная задача упражнений на растягивание состоит в том, чтобы увеличить длину мышц и связок до степени, соответствующей нормальной анатомической подвижности в суставах.

Гибкость должна быть в оптимальном соотношении с мышечной силой. Недостаточное развитие мышц, окружающих сустав, может привести к чрезмерной подвижности их и к изменению статики человеческого тела.

С анатомической и практической точки зрения целесообразна большая подвижность в тазобедренных суставах при сгибании вперед и меньшая при разгибании назад. Эффективность упражнений на растяжение будет большей при длительном воздействии относительно малой интенсивности. Исследованиями доказано, что упражнения на растягивание целесообразно выполнять два раза в день. Для сохранения гибкости можно выполнять их реже. (2)

Сочетание силовых упражнений с упражнениями на растягивание способствует гармоничному развитию гибкости: растут показатели активной и пассивной гибкости, причем уменьшается разность между ними. Именно этот режим работы можно рекомендовать спортсменам всех специализаций для увеличения активной гибкости, проявляющейся в специальных упражнениях.

Если выполнять только силовые упражнения, то способность мышц к растягиванию уменьшается. И, наоборот, постоянное растягивание мышц (при исключении мощных сокращений) ослабляет их. Поэтому в ходе тренировочного занятия следует предпочитать частое чередование упражнений на гибкость с силовыми упражнениями. Такая методика обеспечивает одновременное повышение силы и гибкости в работе не только с квалифицированными атлетами, но и с подростками (рис. 6, 7, 7ϕ). (1)

Для развития гибкости используются различные приёмы:

1. Применение повторных пружинящих движений, повышающих интенсивность растягивания.
2. Выполнение движений по возможно большей амплитуде.
3. Использование инерции движения какой-либо части тела.
4. Использование дополнительной внешней опоры: захваты руками за рейку гимнастической стенки или отдельной части тела с последующим притягиванием одной части тела к другой.
5. Применение активной помощи партнера.

Последнее время распространяется активно-силовой метод развития гибкости, в основу которого положен феномен А.А.Ухтомского – самопроизвольное отведение прямой руки после 30-60-секундного изометрического напряжения мышц. Например, рука непроизвольно отводится в сторону после попытки выполнить это движение, стоя вплотную боком к стенке.

Аналогичное явление наблюдается при выполнении равновесия и растягивании свободной ногой резинового амортизатора. Обычно в этом случае спортсмену не удается поднять ногу на привычную для него высоту. После снятия амортизатора нога непроизвольно поднимается значительно выше уровня, обычного для данного спортсмена.

При активно-силовом методе развития гибкости увеличивается сила мышц в зоне «активной недостаточности» и амплитуда движений. (2)

Существуют два основных метода тренировки гибкости – метод многократного растягивания и метод статического растягивания.

Метод многократного растягивания основан на свойстве мышц растягиваться значительно больше при многократных повторениях упражнения с постепенным увеличением размаха движений. В начале спортсмены начинают упражнение с относительно небольшой амплитудой, увеличивая её к 8-12-му повторению до максимума.

Высококвалифицированным спортсменам удается непрерывно выполнять движения с максимальной или близкой к ней амплитудой до 40 раз. Пределом оптимального числа повторений упражнения является начало уменьшения размаха движений. Наиболее эффективно использование нескольких активных динамических упражнений на растягивание по 8-15 повторений каждого из них. В течение тренировки может быть несколько таких серий, выполняемых подряд с незначительным отдыхом или вперемежку с другими, в том числе и силовыми, упражнениями. При этом необходимо следить, чтобы мышцы не «застывали».

Активные динамические упражнения могут включаться во все части учебно-тренировочного занятия. В подготовительной части эти упражнения являются составной частью общей и специальной разминки. В основной части занятия такие упражнения следует выполнять несколькими сериями, чередуя их с работой основной направленности. Если же развитие гибкости является одной из основных задач тренировочного занятия, то целесообразно упражнения на растягивание сконцентрировать во второй половине основной части, выделив их самостоятельным «блоком».

Метод статического растягивания основан на зависимости величины растягивания от его продолжительности. Сначала необходимо расслабиться, а затем выполнить упражнение, удерживая конечное положение от 10-15 секунд до нескольких минут. Для этой цели наиболее приемлемы разнообразные упражнения из хатха-йоги, прошедшие многовековую проверку. Эти упражнения обычно выполняются отдельными сериями в подготовительной и заключительной частях занятия, или используются отдельные упражнения в любой части занятия. Но наибольший эффект дает ежедневное выполнение комплекса таких упражнений в виде отдельного тренировочного занятия. Если основная тренировка проводится в утренние часы, то статические упражнения на растягивание необходимо выполнить во второй половине дня или вечером. Такая тренировка обычно занимает до 30-50 минут. Если же основное тренировочное занятие проводится вечером, то комплекс статических упражнений на растягивание можно выполнить и в утреннее время.

Эти упражнения необходимо использовать и в подготовительной части занятия, начиная с них разминку, после чего выполняются динамические специально-подготовительные упражнения, с постепенным наращиванием их интенсивности. При таком проведении разминки, в результате выполнения статических упражнений, хорошо растягиваются мышцы и связки, ограничивающие подвижность в суставах. Затем при выполнении динамических специально-подготовительных упражнений разогреваются и подготавливаются к интенсивной работе мышцы.

Комплексы статических упражнений на растягивание можно выполнять и с партнером, преодолевая с его помощью пределы гибкости, превышающие те, которых можно достигнуть при самостоятельном выполнении упражнений. (1)

В каждом целостном действии отдельные мышечные группы не только сокращаются и растягиваются, но и расслабляются. Наиболее выгоден такой режим мышечной работы, при котором система процессов возбуждения и торможения обуславливает работу двигательного аппарата с наименьшими энергетическими затратами. Это возможно лишь в том случае, если во время

работы в состоянии деятельного возбуждения будут находиться только мышцы, которые действительно должны участвовать в выполнении данного движения (позы). Остальные мышцы в это время расслабляются.

С помощью упражнений на расслабление занимающиеся научатся сознательно и произвольно расслаблять отдельные мышечные группы и смогут скорее овладеть техникой упражнений.

Процесс торможения и связанное с ним расслабление мышц благоприятствуют протеканию восстановительных процессов.

Поэтому упражнения на расслабление используются также для улучшения кровообращения в мышцах или в качестве отвлекающих упражнений, в особенности после сильных напряжений статического характера.

Чтобы уметь произвольно расслаблять мышцы, необходимо развить способность воспринимать изменяющееся состояние мышцы, т.е. различную степень расслабления. Для решения этой задачи используются такие упражнения, с помощью которых занимающиеся могут научиться:

1. Четко различать ощущения напряженного и расслабленного состояния мышц по отношению к обычному, сильному и незначительному напряжению;
2. Расслаблять одни группы мышц при одновременном напряжении других;
3. Поддерживать движение расслабленной части тела по инерции путем использования активного движения других частей тела;
4. Самостоятельно определять в цикле движения фазы отдыха и соответственно им максимально расслаблять мышцы. (2)

Рис. № 6



Рис № 7

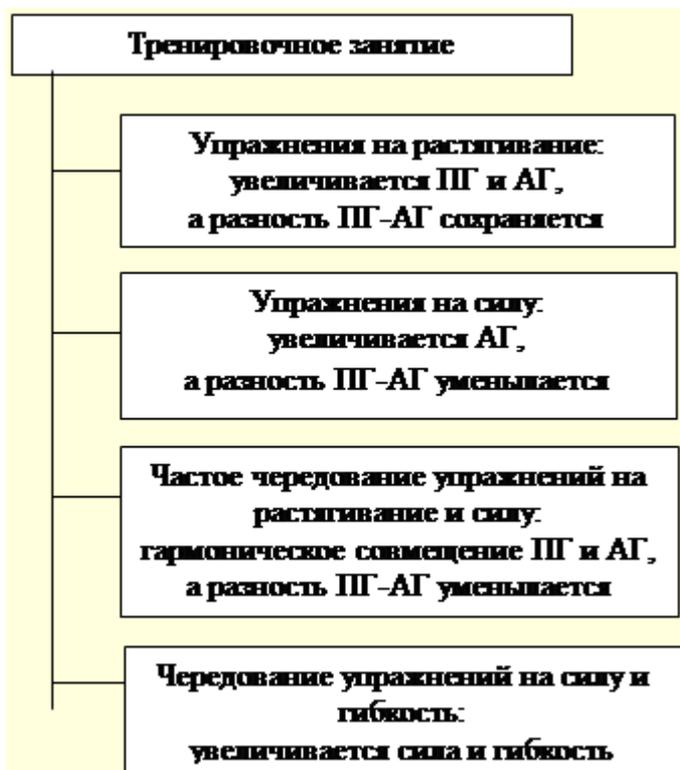
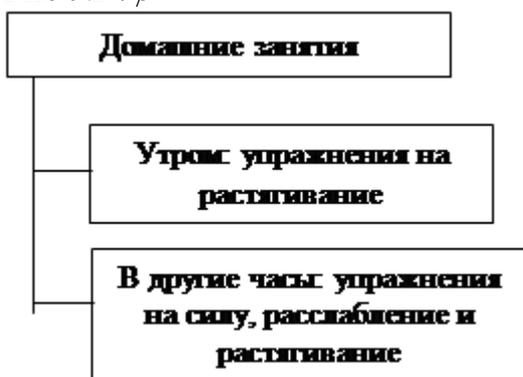


Рис № 7с



### Хатха-йога и гибкость

Из насчитывающихся 84000 поз йоги исполняют лишь около 84 основных асан. Простой визуальный анализ показывает, что около 90% основных асан направлены на развитие гибкости того или другого отдела опорно-двигательного аппарата.

По сравнению с другими методами развития гибкости упражнения йоги имеют ряд преимуществ. Во-первых, упражнения йогов выполняются не с таким большим мышечным напряжением, они лишены ненужного повреждающего действия на ткани тела. Упражнения йогов активно вовлекают в работу проприорецепторы (нервные окончания в сухожилиях, связках и суставных капсулах) и интерорецепторы (нервные окончания внутренних органов), что, по признанию современной медицины, является важным фактором здоровья.

Во-вторых, тело йогов не отличается слишком развитой мускулатурой. Йоги имеют стройное юношеское тело без излишних жировых отложений.

В-третьих, упражнения йогов можно выполнять, сообразуясь с индивидуальными возможностями. Позы йогов при правильном подборе и

применении оказывают воздействие на все органы и системы организма, не вызывая от них оттока крови, а, напротив, улучшая её циркуляцию.

В-четвертых, известно, что такого физического совершенства, умения владеть своим телом йоги достигли благодаря чередованию веками продуманных и отработанных положений тела (асан) и полным расслаблением мышц. А умение расслаблять свои мышцы – одно из основных условий при развитии гибкости.

Биохимический анализ основных асан йогов позволяет сделать вывод, что в теле человека не остается какого-либо сустава, даже какого-то маленького кусочка мышц, не подвергающегося растягиванию. Одни из упражнений направлены на растягивание задней поверхности тела, другие – передней, третьи – боковых поверхностей, а также имеются упражнения, позволяющие растягивать мышцы при скручивании то ли позвоночника, то ли отдельных звеньев тела.

Проанализируем асаны, направленные на растягивание задней поверхности тела. Для удобства анализа разобьем заднюю поверхность тела на следующие участки:

- а) шейный отдел позвоночника;
- б) грудной отдел позвоночника;
- в) поясничный отдел позвоночника;
- г) область ягодичных мышц;
- д) задняя поверхность бедра;
- е) задняя поверхность коленного сустава;
- ж) икроножные мышцы;
- з) ахиллово сухожилие.

Все упражнения йогов, направленные на растяжение мышц задней поверхности тела, можно разделить на упражнения, выполняемые из исходного положения сидя, стоя и лежа.

Самые простые упражнения, выполняемые из положения лежа, показаны на рис. 8, 9.

В первой позе растянута область ягодичных мышц одной ноги, во второй – обеих ног.

На рис. 10, 11 – показаны позы, при которых растягивается вся задняя поверхность ног – и задняя поверхность бедра, и область подколенной ямки, и икроножные мышцы, и ахиллово сухожилие. Ягодичные мышцы в данном случае растянуты меньше, чем в предыдущих позах (рис. 8, 9). Степень растяжения ахиллова сухожилия можно регулировать положением стопы – взяв носок «на себя», ахиллово сухожилие растянется больше, а, оттянув носок, ахиллово сухожилие укоротится.

В описанных позах позвоночник оставался выпрямленным. При выполнении же асан, показанных на рис. 12, 13, 14, позвоночник растянут во всех отделах (и в шейном, и в грудном, и в поясничном) равномерно.

В позе «березки» (рис. 15) максимально растянут шейный отдел позвоночника. Такого значительного растяжения нельзя достичь просто согнув шею из исходного положения стоя, в «позе березки» сила тяжести верхних частей тела с одной стороны, жесткая опора – с другой способствует максимальному проявлению растяжимости задней поверхности шейного отдела позвоночника.

Наибольший интерес для анализа степени растяжения всех участков задней поверхности тела одновременно представляют позы, изображенные на рис. 16, 17, 18.

Позы, как взаимное расположение звеньев, одинаковы в трех положениях, однако механика их выполнения различна. Так при наклоне вперед из положения сидя (рис. 16) площадь опоры приходится на всю заднюю поверхность нижней конечности, т.е. это положение самое устойчивое и удобное для выполнения. Очевидно, что при такой позе условия для расслабления мышц, что необходимо при выполнении упражнений йоги, наилучшее. В наклоне вперед из положения стоя (рис. 17) необходимо регулировать равновесие, так как площадь опоры невелика, а линия действия силы тяжести изменяет своё положение по отношению к площади опоры, в зависимости от степени наклона туловища, и мышцы задней поверхности бедра, то напрягаются, то расслабляются, регулируя необходимую позу.

При двух описанных асанах сгибание туловища происходит активно, а при выполнении «позы плуга» (рис. 18) – пассивно, под действием силы тяжести звеньев тела, расположенных сверху от шейного отдела позвоночника. «Поза плуга» может быть усложнена за счет сгибания ног в коленных суставах, до касания опоры коленями.

В упражнениях йогов важны не только моменты правильного выполнения, но большое значение имеет правильное возвращение в исходное положение. Возвращение в исходное положение следует с такой же скоростью и с таким же усилием, как и в основную фазу достижения необходимой позы.

Упражнение на растягивание передней поверхности тела выполняются также из различных исходных положений: лежа на спине, лежа на животе, сидя на пятках, стоя.

Пожалуй, самым простым упражнением для растягивания шейного отдела передней поверхности будет «поза змеи» (рис. 19). Однако это упражнение воздействует лишь на шейный отдел и часть грудного отдела, оставляя в покое поясничный отдел, переднюю поверхность бедра, голени и стопы. Такого же воздействия можно добиться и в упражнении, показанном на рис. 20, выполняемом из исходного положения лежа на спине.

На рис. 21 изображенная поза позволяет растянуть лишь переднюю поверхность бедра, а на рис. 22 – растянуты одновременно и передняя поверхность бедра, и верхняя часть позвоночника – шейный и грудной отделы. Однако описанные позы оставляют в покое верхнюю часть бедра и нижнюю часть живота, т.е. поясничный отдел позвоночника.

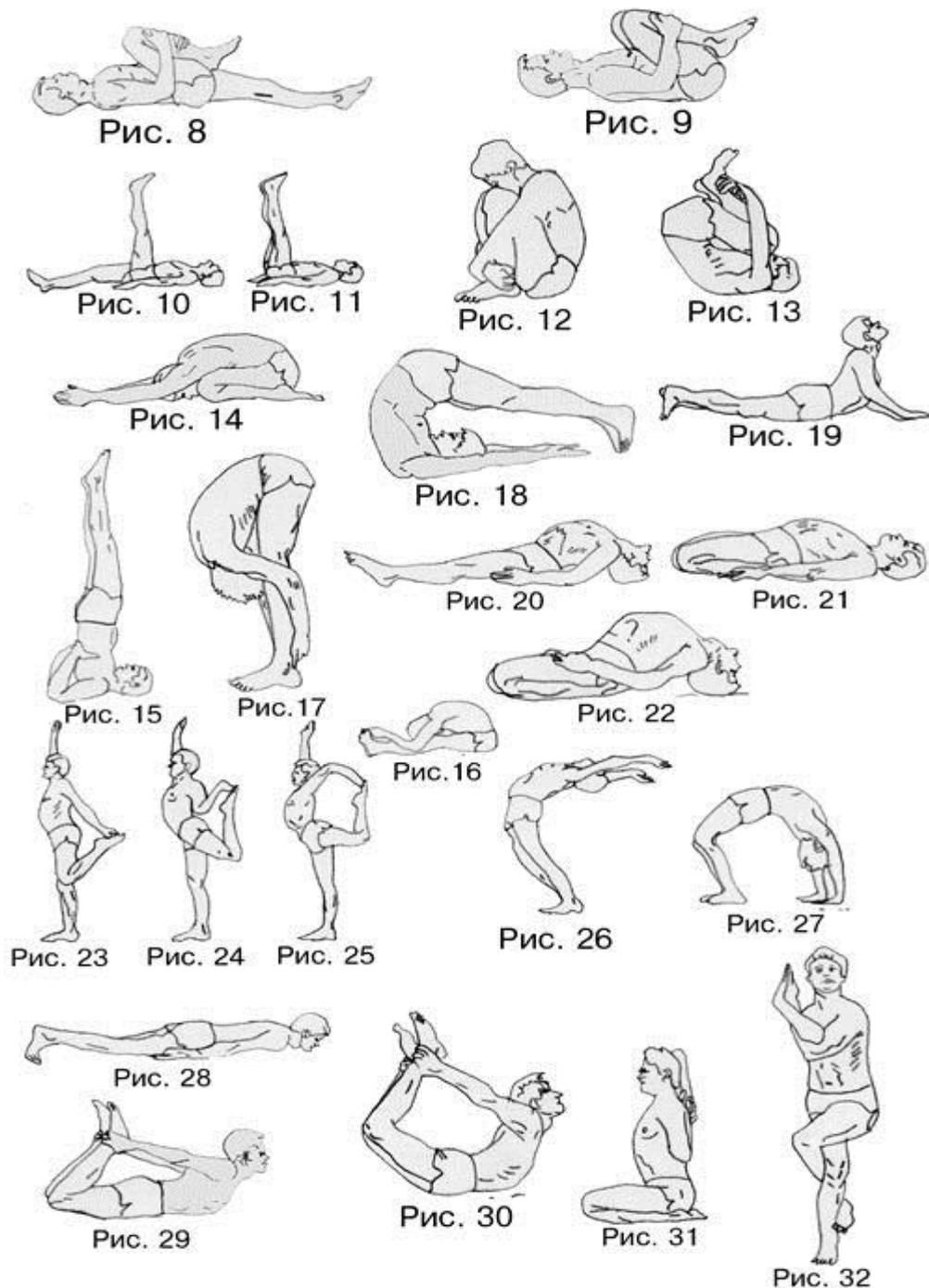
Рис. 23, 24, 25 показывают, как растянуть верхнюю часть бедра, а рис. 26, 27 – как растянуть поясничный отдел позвоночника.

«Поза лука» (рис. 28, 29,30) как и «поза колеса» (рис. 27) представляют собой конечные позы, комплексно растягивающие все отделы передней поверхности тела. Разница в выполнении последних двух поз состоит в том, что в «позе колеса» в большей степени растянут поясничный отдел позвоночника, тогда как в «позе лука» поясничный отдел является опорным, а «натянutosть» лука в большей мере определяется силой тяги рук за нижние конечности.

На рис. 31 плечевой сустав правой руки растянут максимально в сторону сгибания, а плечевой сустав левой руки растянут максимально в сторону разгибания. На рис. 32 показано, как растянуть задние поверхности плечевого сустава.

«Поза лотоса» - одна из основных и красивейших асанов йогов, развивает выворотное положение бедра.

В данном разделе показаны лишь возможные варианты развития гибкости различных суставов и частей тела средствами йоги. Однако нельзя приступать к занятиям, не усвоив основных принципов учения, а не соблюдая некоторых необходимых правил, вы не только не добьетесь успеха, но и можете даже навредить себе, так как каждое упражнение содержит не только положительные терапевтические эффекты, но имеет и определенные противопоказания. Поэтому заниматься самостоятельно можно лишь абсолютно здоровому человеку, лучше под руководством опытного йога.



Если же вы решили заниматься самостоятельно, помните, что результата вы сможете добиться лишь в том случае, если будете к своим занятиям подходить системно, следовать основным требованиям, предъявляемым к выполнению упражнений йогов.

Во-первых, научитесь расслаблять мышцы после выполнения очередной асаны. Умению расслабляться необходимо учиться. Йоги практикуют полное или частичное расслабление. Большое значение имеет для релаксации правильное дыхание, которому йоги уделяют большое значение и внимание. Вход и выход из позы должен быть безболезненным, плавным, красивым, без резких движений. Расслабить мышцы необходимо не только перед началом упражнения, но также после принятия позы, но поза при этом не должна измениться. Каждому упражнению соответствует свой определенный тип дыхания. (7)

## **С гибкостью нужно быть осторожным**

А теперь немного правил при выполнении упражнений на растяжку.

Во-первых, перед этим нужно как следует разогреться. Это может быть и бег, и интенсивная аэробика. Тогда в мышцах улучшается кровоснабжение, и они становятся более эластичными, а значит, снижается риск травмы.

Во-вторых, начинать упражнения, как водиться, нужно с самых простых и лишь постепенно переходить к более сложным. Например, положив ногу на шведскую стенку, постарайтесь расслабить мышцы и дайте партнеру медленно, до конца выпрямить мышцу. Только помните, что другой человек не чувствует, что происходит у вас в организме. Если вы чувствуете дискомфорт – немедленно скажите об этом помощнику. И лишь после подобных игрушек переходите к динамической (резкие махи, пружинистые движения) или изометрической (сопротивление какой-либо преграде, например, вы упираетесь ногой в стену, как бы пытаясь её отодвинуть) растяжке.

Прежде чем выбрать то или иное упражнение на растяжку, проанализируйте свою тренировку. Какие мышцы были задействованы? Старайтесь сделать так, чтобы и в растяжении участвовали те же мышцы. И вообще, перед тем, как стремиться к одной цели – сесть на шпагат – старайтесь немного потянуть всё, что только сможете. Тогда и шпагат дастся легче. Кстати, каждое упражнение не должно длиться дольше 20 секунд, иначе можно получить растяжение.

И последнее из правил: растяжка поначалу не самое приятное занятие. Дискомфорт – обычный её спутник. Но при этом не должно быть боли! Она нисколько не улучшит вашу форму, скорее, наоборот.

И ещё одно, женщины более гибкие, однако, мужчинам не стоит отчаиваться. Их шансы оставаться гибкими достаточно долго не так уж и малы, как это может показаться. В принципе, любой человек может садиться на продольный и поперечный шпагат и сворачиваться в кольцо. Главное во время тренировок – не забывать об упражнениях на растяжку.

Чтобы значительно поправить дело, достаточно 10-20 минут в день. Причем, это не только улучшит вашу гибкость, но и снимет напряжение с натруженных мышц после силовой гимнастики.

Однако, занимаясь, нужно помнить о мерах предосторожности. Ведь растягивание – самое травматично опасное упражнение. Не стоит пытаться сразу же привести мышцы, на которые приходится основная нагрузка при гимнастике на гибкость, в идеальное состояние.

Растяжение – это самая маленькая беда, которая может случиться с излишне старательными товарищами.

Да и вообще, прежде чем выполнять те или иные упражнения на растяжку, посоветуйтесь с тренером. Есть виды тренировок, которые, например, строго противопоказаны детям и людям старшего поколения (так, что не пытайтесь сделать из своего ребенка гуттаперчевого мальчика). (3)

Гибкость – это интегральная оценка подвижности звеньев тела. Различают две формы её проявления: активную, характеризующуюся величиной амплитуды движений при самостоятельном выполнении упражнений, благодаря своим мышечным усилиям; пассивную, характеризующуюся максимальной величиной амплитуды движений, достигаемой при действии внешних сил. Различают также

общую и специальную гибкость. Общая характеризует подвижность во всех суставах тела и позволяет выполнять разнообразные движения с большой амплитудой. Специальная гибкость – предельная подвижность в отдельных суставах, определяющая эффективность спортивной или профессионально-прикладной деятельности. Развивают гибкость с помощью упражнений на растягивание мышц и связок. В общем виде их можно классифицировать не только по активной и пассивной направленности, но и по характеру работы мышц. Различают динамические, статические, а также смешанные статодинамические упражнения. Гибкость зависит от: строения суставов, эластичности мышц, связок, суставных сумок, психического состояния, степени активности растягиваемых мышц, разминки, массажа, температуры тела и среды, суточной периодичности, возраста, уровня силовой подготовленности, исходного положения тела и его частей, ритма движения, предварительного напряжения мышц.

Методы измерения гибкости в настоящее время нельзя признать совершенными. На это есть серьезные причины. В научных исследованиях её обычно выражают в градусах, на практике же пользуются линейными мерами. Для определения размаха движений в суставах живого человека используются различные конструкции гониометров (математический метод), а также электрогониометров. Общий недостаток гониометров тот, что их ось вращения необходимо установить соответственно оси вращения сустава, в котором производится измерение. Точное же определение оси невозможно, особенно в том случае, если в процессе движения она перемещается. Световая регистрация движений позволила не только фиксировать какое-то положение (фотография), но и измерить амплитуду движения в процессе движения (киносъемка). Существенные недостатки световой регистрации заключаются в дальнейшей обработке для получения данных о степени подвижности в суставах.

Появление рентгенологического метода исследования открыло возможности для изучения суставов на живом человеке. Он обладает тем важным преимуществом, что позволяет видеть расположение костей, следовательно, и точно измерить углы между их продольными осями. Однако рентгенография позволяет изучать соотношения суставных поверхностей костей только в фиксированном положении. Восполнить этот недостаток позволяет кинорентгено съемка, которая позволяет не только проследить за соотношением суставных поверхностей в процессе выполнения движения, но и произвести расчеты.

По наклону вперед судят об уровне развития гибкости. Для этого испытуемый, стоя на ступеньке или столе, к которому вертикально приставлена линейка с сантиметровыми делениями, выполняет наклон вперед. Гибкость оценивается расстоянием от кончиков пальцев руки до опоры. Но этот способ нельзя признать удовлетворительным для оценки уровня общей гибкости.

При способе Ф.Л.Доленко гибкость тела определяют путем измерения степени максимального прогиба из заданного исходного положения. Этот способ измерения гибкости стабилен.

Можно сделать вывод, что в научных исследованиях используются оптические, механические, механико-электрические и рентгенографические

методы измерения объема движения в суставах. В практике же тренерской работы используются наиболее простые механические методы.

Основная задача упражнений на растягивание состоит в том, чтобы увеличить длину мышц и связок до степени, соответствующей нормальной анатомической гибкости. Для развития гибкости используются различные приемы: применение повторных пружинящих движений, повышающих интенсивность растягивания, выполнение движений по возможно большей амплитуде, использование инерции движения какой-либо части тела, использование дополнительной внешней опоры, применение активной помощи партнера.

Последнее время распространяется активно-силовой метод развития гибкости, в основу которого положен феномен А.А.Ухтомского. При активно-силовом методе увеличивается сила мышц в зоне «активной недостаточности» и амплитуда движений.

Существует два основных метода тренировки гибкости: метод многократного растягивания и метод статического растягивания.

Чтобы уметь произвольно расслаблять мышцы, необходимо развить способность воспринимать изменяющееся состояние мышцы, т.е. различную степень напряжения. Для решения этой задачи используются такие упражнения, с помощью которых занимающиеся могут научиться:

1. четко различать ощущения напряженного и расслабленного состояния мышц по отношению к обычному, сильному и незначительному напряжению;
2. расслаблять одни группы мышц при одновременном напряжении других;
3. поддерживать движение расслабленной части тела по инерции, путем использования активного движения других частей тела;
4. самостоятельно определять в цикле движения фазы отдыха и соответственно им максимально расслаблять мышцы.

По сравнению с другими методами развития гибкости упражнения йоги имеют ряд преимуществ. Во-первых, упражнения йогов выполняются не с таким большим мышечным напряжением, они активно вовлекают в работу проприорецепторы и интерорецепторы, что, по признанию современной медицины, является важным фактором здоровья.

Во-вторых, тело йогов не отличается слишком развитой мускулатурой.

В-третьих, упражнения йогов можно выполнять, сообразуясь с индивидуальными возможностями. В-четвертых, известно, что такого физического совершенства, умения владеть своим телом йоги достигли благодаря чередованию веками продуманных и отработанных положений тела (асан) и полным расслаблением мышц. А умение расслаблять свои мышцы – одно из основных условий при развитии гибкости.

Чтобы выполнять упражнения на гибкость нужно как следует разогреться. Это может быть и бег, и интенсивная аэробика. Начинать упражнения, как водиться, нужно с самых простых и лишь постепенно переходить к более сложным. Растяжка поначалу не самое приятное занятие. Дискомфорт – обычный её спутник. Но при этом не должно быть боли! Она нисколько не улучшит вашу форму, скорее, наоборот. Да и вообще, прежде чем выполнять те или иные упражнения на растяжку, посоветуйтесь с тренером.

## **Ловкость.**

Ловкость можно рассматривать как физическое качество человека, которое определяет успешность выполнения новых движений и эффективность всей двигательной активности в целом. Ловкость движений придаёт любой женщине привлекательность, неповторимую элегантность и шарм. Чем же определяется ловкость? Может ли человек развивать это физическое качество с помощью каких-либо упражнений?

Проявление ловкости во многом зависит от всего многообразия сложных психических процессов, необходимых для выполнения плавных и чётких движений. Данное физическое качество немислимо без слаженной работы слухового, зрительного и вестибулярного анализаторов и опорно-двигательного аппарата. Ловкость также во многом зависит от скоростно-силовых качеств человека и его выносливости.

Помимо эстетического значения, очень важного для любой женщины, стремящейся выглядеть красиво и уверенно, ловкость пригодится также для успешного выполнения работы в различных видах профессиональной деятельности. Например, ловкость и точность движений рук – одно из необходимых качеств для офисной работы за клавиатурой компьютера.

Ловкость как физическое качество человека вполне можно развивать с помощью определённых упражнений. Для развития этого качества используют некоторые упражнения, предусматривающие выполнение движений с новыми, не выполнявшимися ранее элементами. Как пример упражнений на развитие ловкости можно рассматривать: тренировку точности воспроизведения различных движений всего тела и его отдельных частей; точность попадания каким-либо предметом в неподвижную или движущуюся цель; достижение динамического и статического равновесия; выбор наиболее оптимального варианта выполнения движения в быстро изменяющейся ситуации; выполнение физических упражнений с использованием различных исходных положений. Отличным средством для развития ловкости являются такие спортивные игры как баскетбол, волейбол, большой и малый теннис.

Непосредственно перед выполнением специальных упражнений на развитие ловкости с особым вниманием следует рассматривать предварительные демонстрации этих движений вашим тренером по фитнесу. Дело в том, что внимательный просмотр показа правильного варианта выполнения движений позволяет повысить роль сознания в осуществлении физических упражнений. Выполнение движений может быть неправильным не столько из-за отсутствия у человека ловкости, сколько из-за неправильно сформированного представления о необходимых элементах двигательной активности или из-за неверного запоминания последовательности этих элементов. Иногда сопутствующие словесные разъяснения тренера позволяют гораздо быстрее добиться успехов в выполнении физического упражнения на развитие ловкости.

Совершенствование ловкости должно быть постоянным и непрерывным процессом. Лучше всего физические упражнения для развития ловкости выполнять в начальной части занятия. Перерывы между выполняемыми подходами упражнений должны позволять организму человека полностью восстановиться. В рамках отдельного занятия можно использовать небольшой

объём подобных упражнений, однако в таком случае следует почаще использовать их в общей системе тренировок.

Следует также знать, что проявление ловкости всё же весьма специфично. Например, человек может обладать очень хорошей ловкостью при выполнении гимнастических упражнений и одновременно быть совершенно неразворотливым при выполнении двигательной активности во время плавания. Поэтому каждый отдельный элемент движений требует специальной тренировки на выработку ловкости.

### **Координация движений.**

**Координация** (от лат. *coordinatio* — взаимоупорядочение) — процессы согласования активности мышц тела, направленные на успешное выполнение двигательной задачи. При формировании двигательного навыка происходит видоизменение координации движений, в том числе овладение инерционными характеристиками двигающихся органов.

На начальных стадиях управление осуществляется прежде всего за счёт активной статической фиксации этих органов, затем — за счёт коротких физических импульсов, которые направляются в необходимый момент к определённой мышце.<sup>[1]</sup> Наконец, на заключительных стадиях формирования навыка происходит уже использование возникающих инерционных движений, направляемых теперь на решение задач.

В сформированном динамически устойчивом движении происходит автоматическое уравнивание всех инерционных движений без продуцирования особых импульсов для коррекции. Когда мышцы человека взаимодействуют слаженно и эффективно, можно говорить о хорошей координации движений. Люди с хорошей координацией, как правило, выполняют движения легко и без видимых усилий, как, например, профессиональные спортсмены. Однако координация нужна не только в спорте. От неё зависит каждое движение человека.

Координация движений регулируется мозжечком.

*Контрольные вопросы:*

1. *Виды двигательной активности.*
2. *С помощью каких методов совершенствуют координированность?*
3. *Что используют для воспитания гибкости?*
4. *От чего не зависит выносливость человека?*
5. *Чему способствует бег с остановками и изменением направления по сигналу?*
6. *Методика развития скорости.*
7. *Методика развития выносливости.*
8. *Методика развития ловкости.*
9. *Схема обучения двигательным навыкам.*
10. *Методы развития физических качеств.*

### *Литература*

1. Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И., Гайворонский А.И. Анатомия и физиология человека. – М.: «Академия», 2011.
2. Миловзорова М. С. Анатомия и физиология человека. М: Медицина, 1972.
3. Федюкович Н.И. Анатомия и физиология человека. Ростов-на-Дону: «Феникс», 2009.

## Тема 13: Понятие о психике и сознании человека. Психофизиологические качества человека: память, воображение, мышление.

План:

1. Понятие о психике и сознании человека:
  - Психика;
  - Психическое отражение;
  - Три группы психических явлений;
  - Психическая деятельность;
  - Сознание и его формы.
2. Воображение.
3. Мышление.

### Понятие о психике и сознании человека.

*Психика* — это свойство животных и человека отражать объективный мир в его связях и отношениях.

*Психическое отражение* — это активное отражение мира в связи с какими-то потребностями. Это субъективное, избирательное отражение. При этом существующая независимо от человека объективная реальность преобразуется в субъективную психическую реальность, преломляясь через индивидуальность субъекта в процессе его поведения и деятельности.

**Психика человека состоит из трех групп психических явлений:**

- *психические процессы* (познавательные, эмоциональные, волевые, мотивационные и другие);
- *психические состояния* (творческий подъем, усталость, радость, сон, стресс и т.д.);
- *психические свойства человека* (темперамент, способности, характер, направленность личности).

**Психическая деятельность** зависит от особенностей человеческого организма и функционирования коры головного мозга, в которой выделяют:

- *сенсорные зоны* (принимают и обрабатывают информацию от органов чувств и рецепторов);
- *моторные зоны* (управляют скелетной мускулатурой тела и движениями, действиями человека);
- *ассоциативные зоны* (служат для переработки информации).

В психологии существуют и другие представления о структуре психики. Например, австрийский психиатр и психолог З. Фрейд в психике человека выделял три уровня: бессознательное, предсознательное и сознательное. Главное отличие психики человека от психики животных — это наличие сознания, особенно самосознания.

*Сознание* — это высший уровень психического отражения действительности человеком. Сознание определяет предварительное, мысленное построение действий, пре-дусмотрение их последствий, контроль и управление поведением человека, его способность отдавать себе отчет в том, что происходит в окружающем мире и в нем самом. Самосознание — неотъемлемый признак

сознания, оценка человеком самого себя как личности.

Исторически сознание возникло вместе с мышлением и речью в процессе деятельности и общения людей. Сознание ребенка также развивается в процессе взаимодействия с людьми. Человек может терять сознание во время сна, обморока, шока, под влиянием наркоза, хотя психика при этом и продолжает функционировать.

**Формы сознания:** индивидуальное, групповое и общественное. Первые два изучаются психологией, третье — общественными науками. Структуру сознания можно рассматривать в плане различных аспектов отношения человека к миру. Как следует из самой этимологии слова «сознание», его ядром является знание, а также формы его проявления и преобразования (ощущение, восприятие, представление, понятие, суждение, умозаключение). Различные формы знания составляют весьма существенную часть содержания сознания, но не исчерпывают его полностью. Не менее важным компонентом сознания являются эмоциональные переживания, а также воля, выражающаяся в целенаправленности действий человека. <http://www.zavtrasessiya.com/index.pl?act=PRODUCT&id=734>

### **Психофизиологические качества человека.**

Каждый человек обладает присущей только ему **индивидуальностью**. При этом под индивидуальностью понимаются свойства личности, обуславливающие особенности ее поведения и деятельности. Б.Г. Ананьев выделяет три группы таких свойств: психофизиологические; психологические и социально-психологические. Базовым блоком в структуре личности является индивидуальный опыт личности, в котором реализуются в знаниях, умениях, навыках, привычках и поступках свойства личности. Управляющим блоком в этой системе является самосознание. Все выделенные уровни в структуре индивидуальности интегрируются в единое целое по двум признакам. Во-первых, субординационному признаку, при котором более сложные и общие социально-психологические свойства подчиняют себе более элементарные и частные психофизиологические и психологические свойства. Во-вторых, координационному признаку, при котором взаимодействие осуществляется на паритетных началах, допускающих ряд степеней свободы для коррелируемых свойств, относительную автономию каждого из них (рис.).

В приведённой структуре личности можно выделить следующие основные блоки: *индивидуально-психологические особенности человека*. К ним относятся свойства и тип нервной системы, темперамент, определяющий динамическую сторону личности, и характер, определяющий устойчивую сторону личности; *общие и специальные способности человека*, имеющие природную основу в свойствах нервной системы и задатках; *структура интеллекта* как целостное многоуровневое образование, складывающиеся из определенных элементов познавательной деятельности человека; *направленность личности*, в основе которой лежит определенная иерархия потребностей, интересов и убеждений; *социальные свойства личности*, включающие моральные качества и социальную активность.



Рис. – Структура индивидуальности

На основе оценки свойств личности можно составить *психологический портрет* личности - как свой собственный, так и другого человека. В психологический портрет обычно включают: темперамент; характер; способности; направленность, ее виды (деловая, личностная, коммуникативная); интеллектуальность - степень развития и структура интеллекта; эмоциональность - уровень реактивности, тревожности, устойчивости; волевые качества - умение преодолевать трудности, настойчивость в достижении цели; общительность; самооценку (заниженная, адекватная, завышенная); уровень самоконтроля; способность к групповому взаимодействию.

**Психофизиологические качества** человека обуславливают: тип телосложения и особенности строения и функционирования головного мозга и желез внутренней секреции. Они, в основном, формируют естественные потребности и влечения личности, обуславливая оперативность, содержание и качество принимаемых управленческих решений.

Выделяют три основных *типа телосложения*: пищеварительный (висцеротонический эндоморф); мускульный (сомототонический мезоморф); интеллектуальный (церебротонический эктоморф).

*Висцеротонический эндоморф* выглядит округлым и мягким, с большой грудной клеткой, но с еще большим животом. У людей, с данным типом телосложения, широкое лицо, короткая, толстая шея, объемистые бедра и руки, но сравнительно маленькие ладони и ступни. Как правило, это веселые, коммуникабельные люди с легким нравом, добрые. Руководители используют преимущественно демократический стиль руководства.

*Сомототонический мезоморф* выглядит грубоватым и мускулистым. У него большие руки и ноги, широкая грудь и плечи, квадратный подбородок.

Работники с данным типом телосложения стремятся во всем одерживать верх, они смелы, бесцеремонны, склонны к авантюрам и авторитарному стилю управления.

*Церебротонический эктоморф* выглядит длинным. У него тонкие кости, вялые мускулы. Он сутул, с тонкой шеей и длинными пальцами. Выглядающие так люди, как правило, нерешительны, порывисты, но предпочитают сдерживаться и не раскрывать своего отношения. Они ведут себя спокойно, избегают любых осложнений и демонстрируют либеральный стиль руководства.

*Железы внутренней секреции* в значительной степени определяют с какой скоростью расходуется физическая энергия и отвечают за возникновение разнообразных по силе и содержанию эмоций. Так, щитовидная железа регулирует активность и подвижность человека. При этом, одни люди могут быть очень активными, а другие вялыми. Она также регулирует объем деятельности (выносливость). Надпочечные железы позволяют человеку получить дополнительную энергию, когда он вынужден «сражаться» или «спастись бегством». Гипофиз является связующим звеном между железами внутренней секреции и мозгом, управляет всеми другими железами.

Научение, память, мышление, сознание – являются *функциями мозга*. При этом наш мозг не представляет собой единый орган. Наше поведение регулируется спинным мозгом, промежуточным мозгом, полушариями головного мозга. Все они постоянно взаимодействуют, но остаются относительно самостоятельными органами, которые в силу своей самостоятельности могут даже противопоставляться. Индивидуальное развитие этих участков мозга в значительной степени предопределяет нашу личностную структуру.

Определяющее значение для поведения человека имеет головной мозг. Головной мозг дифференцирует окружающую среду, анализирует обстановку, изобретает новые программы и конструкции. При этом правое полушарие головного мозга отвечает за творчество, эвристические приемы решения задач, и импровизации и т.п., левое – за логику, рассудительность, стремление к порядку, систематизации, категоризации. Распознавание доминирования того, либо иного участка мозга осуществляется на основе тестов. Правое полушарие головного мозга регулирует левую половину тела и наоборот.

Причиной многих различий в поведении является **темперамент**. Под темпераментом понимается индивидуально своеобразная, природно обусловленная совокупность динамических проявлений психики. Выделяют четыре основных типа темперамента: холерический; сангвинический; флегматический; меланхолический.

*Холерик* – человек быстрый, порывистый, глубоко вникающий в дело, способный увлечь за собой людей, зажечь их своей эмоциональностью. Для него характерна большая работоспособность, одновременно он может делать несколько дел. Часто получается так, что сама смена одного дела другим является для него отдыхом. При монотонной и другой работе он быстро утомляется, а оперативная, разнообразная работа более соответствует его характеру. С другой стороны для него характерны эмоциональные вспышки, резкие смены настроения, невыдержанность в отношениях с людьми, т.е. он позволяет себе срываться, быть не сдержанным в силу большой возбудимости. Руководитель такого типа темперамента должен научиться более спокойно

реагировать на рабочие ситуации, спокойно выслушивать подчиненных, не перебивая их и не раздражаясь на те их качества, которые не мешают им быть хорошими работниками; давать возможность высказываться своим сотрудникам, не подавляя их своей монологичностью.

*Сангвиник* – человек энергичный, эмоциональный, работает быстро, живо отзывается на окружающие события. Способен к живой работе, требующей активности и смекалки, менее способен к выполнению однообразной, монотонной работы, требующей большой усидчивости, сосредоточенности. Руководитель с сангвиническим типом темперамента способен разобраться в людях, эмоционально их зажечь. Однако, при этом он склонен выпячивать свою значимость, скоропалительно принимать решения, может быть, недостаточно собран и организован.

*Флегматик* – человек по натуре спокойный, уравновешенный, чаще всего невозмутимый, эмоциональное состояние у него обычно слабо проявляется внешне. Он работает упорно, с большой настойчивостью, четко и организованно, но любит ту работу, к которой привык. Всякие неожиданности, необходимость внезапно перестраиваться, что-то менять в работе раздражает его, выбивает из ритма. Руководитель флегматического типа должен стараться быть более оперативным, не ждать внешних стимулов, меньше углубляться в себя, развивать в себе свободную, нескованную общительность, больше интересоваться подчиненными.

*Меланхолик* – эмоционален, легко раним, склонен сильно переживать, не любит выступать публично, не сразу сходится с людьми, в работе, по-видимому, ответственен, исполнитель, однако в условиях заметных моральных и физических напряжений ему работать трудно – сильно переутомляется, плохо переносит стрессовые ситуации. Руководитель с меланхолическим темпераментом должен развивать большую уверенность в себе, базирующуюся на опыте, знании дела. Он должен стараться опираться на актив коллектива, на лидеров коллектива, проявлять во всех вопросах больше личной активности. При общении с руководством должен использовать свои сильные качества: аккуратность, четкость в оформлении документов, логическое обоснование своих мыслей, ответственную подготовку к вопросу, знание и понимание пружин поступков и качеств отдельных подчиненных.

*Способности* – это совокупность природных данных человека, являющихся необходимым условием успешной деятельности. Умелое использование своих способностей позволяет человеку организовать свою работу и вовлекать людей в активную трудовую деятельность. Различают общие и специальные способности. К первым относятся такие психические свойства как внимание, наблюдательность, запоминание, творческое воображение, рассудительность и т.п. Ко вторым - способности, которые имеют значение для определенных видов деятельности (например, организаторские способности). Общие и специальные способности взаимосвязаны. Специальные способности легче и быстрее развиваются при развитости общих. Например, человек с более развитыми общими способностями имеет больше шансов стать хорошим менеджером, чем человек с менее развитыми.

Под *характером* понимают совокупность индивидуально-своеобразных психических свойств, которые проявляются у личности в типичных условиях и выражаются в присущих ей способах поведения. Характер формируется в процессе активной общественно полезной деятельности человека, в процессе влияния семьи, школы, коллектива. В структуре характера выделяют четыре группы черт, выражающие отношение человека к определенной стороне жизнедеятельности: к *труду* (трудолюбие, добросовестность, ответственность, инициативность, лень, пассивность и т.д.); к *другим людям* (общительность, чуткость, коллективизм, уважение, грубость и т.п.); к *самому себе* (чувство собственного достоинства, самокритичность, заносчивость, тщеславие, обидчивость и т.п.); к *вещам* (аккуратность, бережливость, щедрость, скупость и т.п.).

Стержнем характера являются морально-волевые качества личности.

*Воля* – это одна из сторон человеческой психики, обеспечивающая возможность сознательно регулировать свои действия и поступки в соответствии с поставленной целью при учете конкретно складывающихся обстоятельств. В основе деятельности менеджера лежит сознательное целенаправленное поведение. Такое поведение является волевым. Осуществляя волевое поведение, менеджер должен обладать соответствующими волевыми качествами. Важнейшие из них: целеустремленность, инициативность, настойчивость, выдержка, решительность.

*Целеустремленность* – способность человека подчинить свое поведение поставленным целям.

*Инициативность* – это особенность человека, который стремится во все этапы своей деятельности включать элементы творчества. Инициативность во многом тождественна предприимчивости, побуждает руководителя идти на известный риск, нести последствия действий, преодолевать умственное, физическое и психологическое напряжение.

*Настойчивость* – показатель высокой волевой активности. Настойчивые люди способны к длительному напряжению воли. Волевой натиск по мере преодоления препятствий и движения к цели у таких людей не ослабевает, а возрастает.

*Выдержка* (самообладание) – способность сдерживать психическую напряженность, мешающую достижению поставленной цели. Это умение владеть собой, гасить свои внутренние побуждения и не поддаваться влиянию внешних воздействий (соблазнов и неприятностей). Руководитель обязан развивать у себя выдержку, всегда удерживаться от действий, связанных с проявлением раздражения, досады, злости.

*Решительность* – это волевое качество, благодаря которому руководитель оказывается способным принимать решения без излишних колебаний и проволочек. В условиях становления рыночных отношений решительность приобретает все большее значение. Решительность проявляется вместе с такими качествами, как быстрота, гибкость и прогностичность.

*Мыслительная деятельность* – это сложный психологический познавательный процесс, включающий постоянное осмысление задач и поиск эффективных способов их решения. Важное место здесь принадлежит

мышлению, памяти и воображению. Важнейшие формы мышления – это анализ, синтез, способность к обобщению.

**Социально-психологические качества** в отличие от психофизиологических и индивидуально-психологических являются социально приобретенными, хотя и формируются на базе первых. К ним относятся: социальные чувства; ценностные ориентации; социальные установки; притязания; стереотипы; мировоззрение.

В психологии выделяют три основных группы *социальных чувств*: моральных, интеллектуальных, эстетических. В основе моральных чувств лежит нравственная оценка человека своих поступков (долг, честь, гордость, стыд). Интеллектуальные чувства связаны с удовлетворением творческо-познавательных потребностей (радость новатора, разочарование ученого). Интеллектуальные чувства аккумулируют умственную энергию человека, усиливают проявление способностей. Эстетические чувства выражают осознание человеком прекрасного в деятельности и в искусстве. Социальные чувства оказывают огромное воздействие на морально-психологическое состояние людей: объединяют их (или противопоставляют), способствуют совместной деятельности (или индивидуальному творчеству).

*Ценностные ориентации* – это относительно устойчивое, социально избирательное отношение человека к материальным и духовным благам, которые выступают для него как цель или средство удовлетворения потребностей. В формировании ценностных ориентаций социальное окружение играет решающую роль (мнение сотрудников по работе, родных, традиций в организации).

*Социальная установка* выражает состояние психики, которое выступает как готовность человека реагировать определенным образом в определенной ситуации. Она выступает как фактор, во многом определяющий возможность восприятия и логической обработки информации.

*Стереотип* – это устойчивого сохраняющиеся в сознании образы или представления, которые являются эмоционально окрашенным предубеждением или устойчивой оценкой. Укоренившись в сознании стереотипы нередко препятствуют процессу восприятия нового. Устаревшие стереотипы мышления особенно опасны в бизнесе и менеджменте, они как-бы «блокируют» мышление руководителей, препятствуют развитию.

*Мировоззрение* – это система обобщенных взглядов на объективный мир и место человека в нем, на отношение моделей к окружающей их действительности и самим себе, а также обусловленными этими взглядами их убеждения, идеалы, принципы познания и деятельности.

В основе профессионального и гражданского мировоззрения лежат *личные убеждения руководителя*. Оно имеет следующие основные компоненты.[17]

1. Признание самоценности человеческой жизни и здоровья, отношение к каждой личности или к суверену.
2. Бережливое обращение с природой, активная экологическая деятельность.
3. Неукоснительное соблюдение общечеловеческих нравственных норм, незыблемость демократических норм и свобод.
4. Законопочитание и законопослушание, охранительное отношение к правопорядку.

5. Постоянное стремление к овладению научными знаниями, укрепление своих умений в их различном практическом применении.

6. Неуемность в своем личностном самоутверждении, вера в себе и в людей, неиссякаемость жизненного оптимизма.

Различные профессии и должности в определённых условиях предъявляют различные требования к психологическим качествам людей. Перечень требуемых качеств определяется в профессиограмме.

Профессиограмма может быть общей и развернутой. Общая профессиограмма включает следующие общие требования личности кандидата: пол; возраст; образование; развитость процессов восприятия, внимания, памяти и мышления; устойчивость эмоциональных состояний (эмоциональная уравновешенность, утомляемость, склонность к повышенной тревожности, агрессии или депрессии); психофизиологические характеристики (темперамент, скорость реакции, потребность в общении и т.д.); характеристики личности, проявляющиеся в устойчивых чертах характера, привычках поведения, задатках и способностях; деловые качества характера; профессиональные и специальные знания, умения и навыки; общее состояние здоровья, устойчивость к профзаболеваниям. При составлении профессиограммы менеджера учитывают качества, значимые для данной профессии, основными из которых являются следующие: коммуникативные способности; готовность к разумному риску; решительность; обязательность; терпеливость; компетентность; способность к самооценке собственной деятельности; изобретательность и способность к инновациям; профессиональная интуиция.

## **Память.**

Говоря о человеке и человечестве, мы всегда говорим о таких понятиях, как "память", "воспоминания". Человек всегда стремился к развитию, к прогрессу, к новым знаниям, а память – это абсолютно необходимое условие для научения и приобретения знаний. Без памяти невозможно накопление и сохранение опыта человека, его нормальное функционирование в обществе, поэтому так важно изучение механизмов памяти, особенно для таких областей как педагогика и воспитание.

Психолог С.Л.Рубинштейн как-то сказал: «Без памяти мы были бы существами на мгновение. Наше прошлое было бы мертво для нашего будущего, а настоящее... безвозвратно исчезало бы в прошлом». [1] Стремиться понять то, как функционирует человеческая психика необходимо, особенно для специалистов, работающих с людьми. Каждый человек уникален, но возможно найти некоторые закономерности, которые помогут в работе с конкретным человеком. Ведь, чем глубже наше понимание человека, тем эффективнее можно ему послужить и помочь. Развитие памяти представляет собой процесс становления и изменения особых регуляторных образований, обеспечивающих содержательно – временную преемственность в деятельности человека, формирование плана актуального поведения с учётом задач предшествующих и предстоящих.

### ***Определение памяти.***

Прежде всего, следует отметить, что память, в той или иной мере, есть у всех живых существ. У организмов, стоящих на ступенях эволюционной лестницы ранее человека, есть только два вида памяти: генетическая и механическая.

*Генетическая память – хранится в гено типе, передается по наследству и воспроизводится в потомстве.*

*Механическая память – накапливается в течение жизни отдельного организма и исчезает вместе с ним.*

Данные виды памяти имеются у разных организмов в разной степени развития. Но человек более сложен: прежде всего, у человека есть речь, как сильный инструмент запоминания; человек также обладает произвольной, логической и опосредованной памятью. Другими словами, для запоминания и хранения информации человек использует свою волю, логику, разнообразные средства запоминания, не ограничен физическими возможностями в использовании памяти.

Известно, что каждое наше переживание, впечатление или движение составляют след, который может сохраняться достаточно длительное время, и при соответствующих условиях проявляться вновь и становиться предметом сознания. Поэтому под памятью мы понимаем запечатление (запись), сохранение, последующее узнавание и воспроизведение следов прошлого опыта, позволяющее накапливать информацию, не теряя при этом прежних знаний, сведений и навыков.

Принято считать, что физиологическая основа памяти лежит в, так называемых, последовательных временных связях (ассоциациях), которые возникают в коре полушарий головного мозга, на условно-рефлекторных принципах. Память – это отражение опыта человека путем запоминания, сохранения и воспроизведения. Сразу хочется отметить, - когда речь идет о психических явлениях, довольно трудно разложить все "по полочкам" и вывести единый шаблон. Это же относится и к памяти.

«Память есть кладовая ума»,- сказал Локк, с чем автор работы согласен. Память в психологии чаще всего определяют, как способность воспроизводить - в большем или меньшем соответствии с оригиналом - прошлые события, после хранения их в течение некоторого времени. Действительно, на протяжении многих десятилетий изучение человеческой памяти проводилось почти исключительно с точки зрения способности к простому воспроизведению. Предметом исследования была память как статическое хранилище «следов», в котором находится информация и из которого её после длительного хранения можно извлечь. Принципиально иную точку зрения представил Иоаким Хофман в книге «Активная память». Память рассматривается им « не как изолированная психофизиологическая функция, а как часть процессов отражения внешнего мира в нашем сознании», т.е. как часть когнитивных процессов. Процесс обучения влияет на физическое и химическое состояние коры, что приводит к консолидации следов в коре головного мозга. Динамическая память представляет собой образование связи между различными представлениями и определяется не тем, каков запоминаемый материал, а тем, что с ним делает субъект.

**ПАМЯТЬ** - это *психическое свойство* человека, способность к *накоплению, (запоминанию) хранению, и воспроизведению* опыта и информации. Другое определение, говорит: память - это способность вспоминать отдельные переживания из прошлого, осознавая не только само переживание, а его место в истории нашей жизни, его размещение во времени и пространстве. Память трудно свести к одному понятию. Но подчеркнем, что память - это совокупность процессов и функций, которые расширяют познавательные возможности человека. Память охватывает все впечатления об окружающем мире, которые возникают у человека.[6] Память - это сложная структура нескольких функций или процессов, обеспечивающих фиксацию прошлого опыта человека. Память можно определить как психологический процесс, выполняющий функции запоминания, сохранения и воспроизведения материала. Три указанных функции являются основными для памяти. Еще один важный факт: память хранит, восстанавливает очень разные элементы нашего опыта: интеллектуальный, эмоциональный, и моторно-двигательный. Память о чувствах и эмоциях может сохраняться даже дольше, чем интеллектуальная память о конкретных событиях.

### **Основные черты памяти.**

Наиболее важные черты, неотъемлемые характеристики памяти - это: *длительность, быстрота, точность, готовность, объём (запоминания и воспроизведения)*. От этих характеристик зависит то, насколько продуктивна память человека. Данные черты памяти будут упоминаться ниже в этой работе, а пока - краткая характеристика черт продуктивности памяти:

Продуктивность памяти

Объём

Быстрота

Точность

Длительность

Готовность



1. **Объём** - способность одновременно сохранять значительный объём информации. Средний объём памяти - 7 элементов (единиц) информации.
2. **Быстрота запоминания** - отличается у разных людей. Скорость запоминания можно увеличить с помощью специальной тренировки памяти.
3. **Точность** - точность проявляется в припоминании фактов и событий, с которыми сталкивался человек, а также в припоминании содержания информации. Эта черта очень важна в обучении.
4. **Длительность** – способность в течение долгого времени сохранять пережитый опыт. Очень индивидуальное качество: некоторые люди могут вспомнить лица и имена школьных друзей спустя много лет (развита

долговременная память), некоторые забывают их спустя всего несколько лет. Длительность памяти имеет выборочный характер.

**5. Готовность к воспроизведению** - способность быстро воспроизводить в сознании человека информацию. Именно благодаря этой способности мы можем эффективно использовать приобретенный раньше опыт.

### **Индивидуальные различия памяти.**

Несмотря на многочисленные и многолетние исследования, которые проводятся психологами, и нейрофизиологами, физиологические механизмы памяти все еще малоизучены. В основе памяти лежат ассоциации (связи). Предметы или явления, связанные в действительности, связываются и в памяти человека. С физиологической точки зрения ассоциация представляет собой временную нервную связь.

Ассоциации различают: простые и сложные. В свою очередь, простые связи подразделяют на три категории:

- по смежности – близость явления во времени или в пространстве (при назывании какой-либо буквы заучиваемого алфавита вспоминается следующая за ней);

- по сходству – наличие сходных черт (медведь - слово, созвучное фразе «мёд ведь»);

- по контрасту – противоположные явления (особенности зоны пустынь запоминаются по контрасту с зоной лесов).

Сложные или смысловые связи также имеют три вариации:

- частность и целое;

- связь по роду и виду;

- причина и следствие явления.

Если в коре больших полушарий мозга возник сильный очаг возбуждения, то связь возникает с одного раза. Важным условием для образования ассоциаций является практическое подкрепление, т.е. запоминаемое должно использоваться в процессе усвоения.

Память также нельзя рассматривать в отрыве от особенностей и свойств личности. Важно понимать, что у разных людей разные функции памяти развиты неодинаково. Разница может быть **количественной**, например:

- в скорости запоминания;

- в прочности сохранения;

- в легкости воспроизведения, в точности и объеме запоминания.

Например: некоторые люди чудесно запоминают материал, но потом не могут его воспроизвести. Другие же, наоборот, с трудом запоминают (не развита кратковременная память), но долго хранят в памяти накопленную информацию.

Разница может быть также **качественной**, или отличаться по своей **модальности**. Т.е. в зависимости от того, какой вид памяти доминирует. В человеке может больше проявляться зрительная, слуховая, двигательная или эмоциональная память.

Одному, чтобы запомнить, нужно прочесть материал, у другого больше развито слуховое восприятие, третьему нужны зрительные образы. Известно, что «чистые» виды памяти встречаются редко. В жизни чаще всего различные типы памяти смешиваются: зрительно-двигательная, зрительно-слуховая и двигательно-слуховая память являются наиболее типичными. У

большинства людей ведущей является *зрительная память*. Виды памяти будут рассмотрены немного ниже.

Встречается даже такое феноменальное индивидуальное свойство как *эйдетическое зрение*, т.е. то, что называют «фотографическая память». Примером может служить человек, который после однократного восприятия материала и очень небольшой умственной обработки, все же продолжает «видеть» материал, и прекрасно восстанавливает его, даже по прошествии долгого времени. На самом деле, такой вид памяти - в той или иной мере - не так уж и редок, и имеется у многих детей, но часто исчезает у взрослых: из-за недостаточного упражнения данного вида памяти. Этот тип памяти может быть развит некоторыми людьми (например: у художников, музыкантов, где требуется точное воспроизведение единожды воспринятого). У каждого человека больше всего развиваются те виды памяти, которые им чаще используются.

Память зависит и от таких индивидуальных особенностей, как:

- интересы и склонности личности (то, чем человек больше интересуется, запоминается без труда);
- от отношения личности к той или иной деятельности (жизненно важно или можно пренебречь);
- от эмоционального настроения в конкретном случае (интересно, что память о чувствах и эмоциях может сохраняться даже дольше, чем интеллектуальная память о конкретных событиях);
- от физического состояния;
- от волевого усилия и многих других факторов.

Виды и формы памяти.

Существуют разные классификации видов человеческой памяти:

1. По участию воли в процессе запоминания;
2. По психической активности, которая преобладает в деятельности.
3. По продолжительности сохранения информации;
4. По сути предмета и способа запоминания.

#### 1. По характеру участия ВОЛИ.

По характеру целевой деятельности память подразделяют на *непроизвольную* и *произвольную*.

1) **Непроизвольная память** означает запоминание и воспроизведение автоматически, без всяких усилий.

2) **Произвольная память** подразумевает случаи, когда присутствует конкретная задача, и для запоминания используются волевые усилия.

Доказано, что непроизвольно запоминается материал, который интересен для человека, который важен, имеет большое значение.

#### 2. По характеру психической деятельности.

По характеру психической деятельности, с помощью которой человек запоминает информацию, память делят на *двигательную*, *эмоциональную (аффективную)*, *образную* и словесно-логическую.

1) **Двигательная (кинестическая) память** есть запоминание и сохранение, а при необходимости, воспроизведение многообразных, сложных движений. Эта память активно участвует в развитии двигательных (трудовых, спортивных) умений и навыков. Все ручные движения человека связаны с этим видом памяти.

Эта память проявляется у человека раньше всего, и крайне необходима для нормального развития ребенка.

2) **Эмоциональная память** – память на переживания. Особенно этот вид памяти проявляется в человеческих взаимоотношениях. Как правило, то, что вызывает у человека эмоциональные переживания, запоминается им без особого труда и на длительный срок. Доказано, что существует связь между приятностью переживания, и тем, как оно удерживается в памяти. Приятные переживания удерживаются гораздо лучше, чем неприятные. Человеческая память вообще оптимистична по природе. Человеку свойственно забывать неприятное; воспоминания о страшных трагедиях, с течением времени, утрачивают свою остроту.

Данный вид памяти играет важную роль в мотивации человека, а проявляет себя эта память очень рано: в младенчестве (около 6 мес.).

3) **Образная память** - связана с запоминанием и воспроизведением чувственных образов предметов и явлений, их свойств, отношений между ними. Данная память начинает проявляться к возрасту 2-х лет, и достигает своей высшей точки к юношескому возрасту. Образы могут быть разными: человек запоминает как образы различных предметов, так и общее представление о них, с каким-то абстрактным содержанием. В свою очередь, образную память делят по виду анализаторов, которые участвуют при запоминании впечатлений человеком. Образная память может быть зрительной, слуховой, обонятельной, осязательной и вкусовой.

У разных людей более активны разные анализаторы, но как было сказано в начале работы, у большинства людей лучше развита зрительная память.

· **Зрительная память** – связана с сохранением и воспроизведением зрительных образов. Люди с развитой зрительной памятью обычно имеют хорошо развитое воображение и способны «видеть» информацию, даже когда она уже не воздействует на органы чувств. Зрительная память очень важна для людей некоторых профессий: художников, инженеров, конструкторов. Упомянутое раньше эйдетическое зрение, или феноменальная память, также характеризуется богатым воображением, обилием образов.

· **Слуховая память** - это хорошее запоминание и точное воспроизведение разнообразных звуков: речи, музыки. Такая память особенно необходима при изучении иностранных языков, музыкантам, композиторам.

· **Осязательная, обонятельная и вкусовая память** – это примеры памяти, (существуют и другие виды, которые не будут упомянуты), не играющей существенной роли в жизни человека, т.к. возможности такой памяти очень ограничены и ее роль – это удовлетворение биологических потребностей организма. Эти виды памяти развиваются особенно остро у людей определенных профессий, а также в особых жизненных обстоятельствах. (Классические примеры: слепорожденные и слепоглухонемые).

4) **Словесно-логическая память** - это разновидность запоминания, когда большую роль в процессе запоминания играет слово, мысль, логика. В данном случае человек старается понять усваиваемую информацию, прояснить терминологию, установить все смысловые связи в тексте, и только после этого запомнить материал. Людям с развитой словесно-логической памятью легче

запоминать словесный, абстрактный материал, понятия, формулы. Этим типом памяти, в сочетании со слуховой, обладают ученые, а так же опытные лекторы, преподаватели вузов и т.д. **Логическая** память при ее тренировке дает очень хорошие результаты, и более эффективна, чем простое механическое запоминание. Некоторые исследователи считают, что эта память формируется и начинает "работать" позже других видов. П.П. Блонский называл ее "память-рассказ". Она имеется у ребенка уже в 3-4 года, когда начинают развиваться самые основы логики. Развитие логической памяти происходит с обучением ребенка основам наук.

## **2. По продолжительности сохранения информации:**

### 1) **Мгновенная или иконическая память.**

*Данная память удерживает материал, который был только что получен органами чувств, без какой-либо переработки информации. Длительность данной памяти - от 0,1 до 0,5с. Часто, в этом случае, человек запоминает информацию без сознательных усилий, даже против своей воли. Это память-образ.*

Индивид воспринимает электромагнитные колебания, изменения давления воздуха, изменение положения объекта в пространстве, придавая им определённое значение. Стимул всегда несёт в себе определённую информацию, специфичную лишь для него. Воздействующие на рецептор в сенсорной системе физические параметры стимула преобразуются в определённые состояния центральной нервной системы (ЦНС). Установление соответствия между физическими параметрами стимула и состоянием ЦНС невозможно без работы памяти. Данная память проявляется у детей еще в дошкольном возрасте, но с годами ее значение для человека возрастает.

### 2) **Кратковременная память.**

*Сохранение информации в течение короткого промежутка времени: в среднем около 20 с. Этот вид запоминания может происходить после однократного или очень краткого восприятия. Эта память работает без сознательного усилия для запоминания, но с установкой на будущее воспроизведение. В памяти сохраняются самые существенные элементы воспринятого образа. Кратковременная память "включается", когда действует, так называемое, актуальное сознание человека (т.е. то, что осознается человеком и как-то соотносится с его актуальными интересами и потребностями).*

- Информация вводится в кратковременную память с помощью обращения внимания на нее. НАПРИМЕР: человек, сотни раз видевший свои наручные часы, может не ответить на вопрос: « Какой цифрой - римской или арабской - изображена на часах цифра шесть?». Он никогда целенаправленно не воспринимал этот факт и, таким образом, информация не отложилась в кратковременной памяти.

- Объем кратковременной памяти очень индивидуален, и существуют разработанные формулы и методы для ее измерения. В связи с этим необходимо сказать о такой ее особенности, как **свойство замещения**. Когда индивидуальный объем памяти переполняется, новая информация частично замещает уже хранящуюся там, а прежняя информация часто безвозвратно исчезает. Хорошим примером могут быть трудности при запоминании обилия фамилий и имён

людей, с которыми мы только что познакомились. Человек способен удержать в кратковременной памяти не больше имен, чем позволяет его индивидуальный объем памяти.

- Сделав сознательное усилие, можно удержать информацию в памяти дольше, что обеспечит её перевод в оперативную память. Это лежит в основе *запоминания* *путем* *повторения*.

На самом деле, кратковременная память играет важнейшую роль. Благодаря кратковременной памяти перерабатывается громадный объём информации. Сразу же отсеивается не нужная и остается то, что потенциально полезно. В результате, не происходит перегрузки долговременной памяти излишними сведениями. Кратковременная память организует мышление человека, так как мышление «черпает» информацию и факты именно из кратковременной и оперативной памяти.

3) **Оперативная память** – это память, рассчитанная на сохранение информации в течение определённого, заранее заданного срока. Срок хранения информации колеблется от нескольких секунд до нескольких дней.

После решения поставленной задачи информация может исчезнуть из оперативной памяти. Хорошим примером может быть информация, которую пытается вложить в себя студент на время экзамена: четко заданы временные рамки и задача. После сдачи экзамена снова наблюдается полная "амнезия" по данному вопросу. Этот вид памяти является, как бы переходным от кратковременной к долговременной, так как включает в себя элементы и той, и другой памяти.

4) **Долговременная память** - память, способная хранить информацию в течение неограниченного срока.

Эта память начинает функционировать не сразу после того, как был заучен материал, а спустя некоторое время. Человек должен переключиться с одного процесса на другой: с запоминания на воспроизведение. Эти два процесса *несовместимы* и их механизмы *полностью разные*.

Интересно, что чем чаще воспроизводится информация, тем прочнее она закрепляется в памяти. Иными словами, человек может в любой нужный момент припомнить информацию с помощью усилия воли. Интересно заметить, что умственные способности не всегда являются показателем качества памяти. Например, у слабоумных людей, иногда встречается феноменальная долговременная память.

Почему же для восприятия информации необходима способность к её сохранению? Это объясняется двумя основными причинами. Во-первых, человек имеет дело в каждый момент времени лишь с относительно небольшими фрагментами внешнего окружения. Чтобы интегрировать эти разделённые во времени воздействия в целостную картину окружающего мира, эффекты предшествовавших событий при восприятии последующих должны быть, так сказать, «под рукой». Вторая причина связана с целенаправленностью нашего поведения. Приобретаемый опыт должен запоминаться в таком виде, чтобы его можно было успешно использовать для последующей регуляции направленных на достижение сходных целей форм поведения. Хранящаяся в памяти человека информация оценивается им с точки зрения значения её для управления

поведением и в соответствии с этой оценкой удерживается в различной степени готовности.

Человеческая память ни в малейшей степени не пассивный хранитель информации – это активная деятельность.

## 2. Теории памяти.

Что же такое память? На этот вопрос человечество ищет ответ с древнейших времен. Существует несколько теорий механизмов памяти. Все они имеют своих сторонников и противников, потому приведем кратко характеристики физической, психологической, психофизиологической и биохимической теорий.

- *Физиологи* говорят о том, что процесс сохранения информации связан с образованием нервных связей (ассоциаций);

- *Биохимики* – о связи процесса памяти с изменением состава рибонуклеиновой кислоты (РНК) и других биохимических структур;

- *Психологи* подчеркивают зависимость памяти от характера деятельности человека и направленности личности.

Физиология памяти раскрыта в экспериментальных работах И.П. Павлова и его сотрудников: память есть результат рефлекторной работы мозга. «Временная нервная связь, - писал И.П.Павлов, - есть универсальнейшее физиологическое явление в животном мире и в нас самих. А вместе с тем оно же и психическое – то, что психологи называют ассоциацией, будет ли это образование соединений из всевозможных действий, впечатлений или букв, слов и мыслей». Главным аргументом физиологической теории памяти является наличие свидетельств о генетической информации в живой клетке (видовой памяти); она передается и воспроизводится наследственным путем, неся информацию о мутации и изменениях в генах.

Еще у древнегреческого философа Аристотеля, в его «Трактате о памяти и воспоминании» читаем: «Память - как бы своеобразное отыскивание образов. Бывает только у тех, кто способен размышлять, делать вывод, что прежде он уже видел, слышал или испытывал нечто подобное». Это высказывание можно считать базовым для психологической (ассоциативной) теории памяти. В XIX в. У.Гамильтон экспериментально доказал, что память человека имеет определенный объем одномоментного восприятия внешнего мира – это семёрка плюс-минус две единицы. Тогда же определилась Гештальт теория (Теория образов), обозначающая целостную организацию структуры памяти.

В книге А.Р. Лурия «Нейропсихология памяти» читаем: «Память надо рассматривать как сложную функциональную систему, активную по своему характеру, развертывающуюся во времени, разбивающуюся на ряд энергетических потенциальных звеньев и организованную на ряд иерархических уровней». Это высказывание близко сторонникам нейронной и биохимической теорий памяти.

Точку зрения А.Р.Лурия разделяет И.Хофман, экспериментально решая проблему репрезентации семантических и концептуальных структур. Он положил в основу представлений о репрезентации понятий гипотезу об иерархической организации функциональной структуры семантической памяти.

## Механизмы памяти.

Вопрос о механизмах памяти сложен и его изучает целый ряд наук: физиология, биохимия, психология, а также ряд других.

Когда мы говорим о механизмах памяти, мы говорим о каких-то процессах, через которые проходит любой человек, чтобы запомнить нужную информацию, а впоследствии ее воспроизвести. То, что воспринимается человеком, не исчезает бесследно: в коре больших полушарий мозга сохраняются следы от процесса возбуждения, которые создают возможность возникновения ассоциативных цепей и при отсутствии вызвавшего их раздражителя. На этой основе человек может запомнить и сохранить, а впоследствии воспроизвести образ отсутствующего предмета или усвоенные ранее знания. Память – это сохранение информации о сигнале после того, как действие сигнала уже прекратилось.

Как уже отмечалось ранее, в нервной системе хранится два вида информации:

- накопленная - в процессе эволюции вида и закреплённая в безусловных рефлексах (инстинктах), т.е. генетическая (видовая);
- приобретаемая - в индивидуальной жизни организма в виде условных рефлексов (индивидуальная).

Сделаны попытки объяснить механизмы памяти данными электрофизиологии. Нейрофизиологическая гипотеза о механизмах памяти состоит в том, что нейроны мозга образуют замкнутые цепи, по которым совершается движение нервных импульсов. Там сохраняется информация, поступившая в мозг и переработанная в нём. Повторное прохождение нервных импульсов изменяет структуру синапсов.

При повторении потока нервных импульсов процесс протекает гораздо легче и быстрее. Длительное функционирование синапсов усиливает их деятельность, что сказывается на их структуре.

Процесс обучения влияет на физическое и химическое состояние коры головного мозга, что приводит к консолидации следов в коре.

Память обеспечивает не только воспроизведение, но и восприятие поступающей информации. Итак, память – очень сложный механизм, и состоит из целого ряда специальных факторов памяти[28], которые мы и рассмотрим.

Основные процессы памяти - это *запоминание, сохранение, воспроизведение и забывание*.

*Запоминание* - главный процесс памяти. От него зависит полнота, точность, прочность и продолжительность хранения материала. Запоминание информации лежит в основе процессов научения и формирования индивидуального опыта деятельности субъекта. *Запоминание и воспроизведение* обычно происходят в виде произвольных и непроизвольных процессов. Человек очень много запоминает и воспроизводит без особых усилий.

*Забывание* - это обычно непроизвольный процесс.

Теперь подробнее о каждом процессе:

**1. *Запоминание*** – происходит при восприятии человеком предметов и явлений, что приводит к переменам в нервных сплетениях коры головного мозга. Образуются временные условно-рефлекторные связи (следы памяти).

Запоминание может быть как произвольным (запланированным), так и произвольным, т.е. протекать независимо от воли человека. Произвольно запоминается многое из того, с чем человек встречается в жизни: окружающие явления, предметы, события повседневной жизни, поступки людей, содержание кинофильмов, книг, прочитанных без цели изучить, познать и т. п., хотя не все они запоминаются одинаково хорошо. То, что воспринимается человеком, не исчезает бесследно: в коре больших полушарий мозга сохраняются следы от процесса возбуждения, которые создают возможность возникновения ассоциативных цепей и при отсутствии вызвавшего их раздражителя. На этой основе человек может запомнить и сохранить, а впоследствии воспроизвести образ отсутствующего предмета или усвоенные ранее знания.

Даже произвольное запоминание носит избирательный характер, определяется отношением субъекта к окружающему. Произвольное запоминание может проходить двумя способами:

- через механическое фиксирование;
- быть смысловым (логическим).

Уже было упомянуто, что второй способ обычно достигает лучших результатов, так как человек осмысленно, целенаправленно работает с материалом, а ведь только действуя на этом основании, мы запоминаем более качественно. При прочих равных условиях произвольное запоминание заметно продуктивнее непреднамеренного, произвольного запоминания. Запоминается, как и осознаётся прежде всего то, что составляет цель нашего действия – запомнить – определяя собой всю деятельность запоминания.

**2. Сохранение** – это процесс, когда следы памяти не исчезают, а фиксируются в нервных сплетениях, даже после того, как исчезают возбудители, которые их вызвали. Благодаря этому "банк информации" постоянно возрастает. Не вся информация сохраняется одинаково хорошо: одни образы остаются, другие слабеют, третьи вообще быстро исчезают. Еще раз подчеркиваем важность *личного психического отношения субъекта к материалу*, в процессе запоминания и сохранения.

**3. Воспроизведение**, наряду с запоминанием, составляет основу мнемической деятельности - этап вспоминания (или воспроизведения) лежит в основе познавательных процессов. Благодаря процессу воспроизведения информация извлекается из "огромной" библиотеки" памяти. Воспроизведение проходит в *три фазы*:

- **Узнавание** - при повторном восприятии объекта, мозг проводит различие между возбудителями, которые действовали на вас раньше и теми, которые действуют на ваши органы чувств в настоящий момент.

- **Припоминание** - наиболее активная форма воспроизведения. В сознании отображаются те возбудители, которые действовали на человека в заданное время, хотя сейчас они и не действуют.

- **Репродукция или реминисценция** - самый сложный этап, когда в памяти уже конкретно восстанавливается необходимый материал. До этого он уже 1) различаем,

- 2) обновляется в сознании,

- 3) но теперь нужно полностью воспроизвести образ, который вы не наблюдаете

сейчас, например: написать, рассказать, нарисовать.  
**4. Забывание** - процесс противоположный сохранению.

Когда мы видим значительное различие между оригинальным материалом и тем, что удастся воссоздать, принято говорить, что *материал забыт*. Процесс забывания всегда интересовал исследователей. Было выяснено, что наибольший объем материала забывается в первый день после запоминания. Забывание может быть как полезным, так и вредным, помогая или мешая человеку в жизни и деятельности. *Позитивная функция забывания* в том, что оно забирает громадный груз информации, который является ненужным, и не допускает перезагрузки памяти. *Негативным* забывание становится когда память стирает целые блоки информации, или отрицательный опыт, который тем не менее необходим для нормальной плодотворной жизни.

Есть несколько теорий, почему происходит забывание, хотя на практике ни одна из них не может исчерпывающе объяснить явление забывания.

1) **Теория систематической деформации следов памяти** – говорит, что перемены в памяти связаны с переменами в тканях мозга. То есть в следах памяти происходят спонтанные, бесконтрольные перемены.

2) **Теория ретроактивного и проактивного торможения** - говорит, что любое получение нового материала приводит к нарушениям в памяти о предыдущих событиях (ретроактивное). Таким же образом любое предыдущее обучение негативно влияет на процесс дальнейшего обучения и воссоздания нового материала (преактивное забывание). Например: немудро после математики сразу учить физику или химию, процесс забывания материала будет идти довольно быстро.

3) **Теория мотивируемого забывания** - говорит, что цель и мотивация человека влияет на забывание (например: человек намеренно забывает о неприятной информации, которая вызывает боль, страх или вину). З.Фрейд посвятил много времени изучению именно этой теории и изучению мотивированного забывания. По мнению Фрейда, когда человек произвольно теряет или закладывает вещи, то он это делает с целью избавления от неприятных воспоминаний или эмоциональных переживаний.

### ***Некоторые распространенные нарушения памяти.***

Как было сказано,- забывание может быть очень негативным, и стоит кратко упомянуть о некоторых нарушениях памяти, когда забывание проявляется особенно ярко. Нарушений памяти существует большое количество - будут упомянуты только самые распространенные.

При некоторых нарушениях памяти может возникнуть **амнезия** - *т.е. отсутствие или провалы памяти*. Амнезии могут длиться от нескольких часов или минут, до многих лет. В зависимости от процессов, которые происходят, амнезии делят на:

- *ретроградную* - забывание прошлых событий;
- *антероградную* - невозможность запоминания на будущее;
- *ретардированную* - изменение памяти, когда память не сохраняет переживания и события, происшедшие во время болезни;
- *прогрессивную* - проявляется в постепенном ухудшении памяти, до ее полной потери.

Ещё одно распространённое нарушение это *иллюзии* - информация воспринимается правильно, но при ее воспроизводстве происходит деформация материала.

*Галлюцинации* - это явление, когда человек убежден в реальности переживаний, которых на самом деле не было. Они возникают исключительно в воображении.

А теперь, подытоживая всё вышесказанное о механизмах памяти, хотелось бы обобщить и перечислить некоторые основные практические моменты, связанные с памятью.

### Некоторые универсальные принципы в механизме памяти.

Факты, полученные исследователями на основании разных теорий памяти, немецкий ученый Г.Эббингауз обобщил и вывел некоторые закономерности в механизме памяти:

- 1) при запоминании материала, лучше всего воспроизводятся его начало или конец (эффект края);
  - 2) запоминание пройдет лучше, если повторять материал несколько раз в течение определённого времени: нескольких часов или дней;
  - 3) любое повторение способствует лучшему запоминанию того, что было выучено раньше. Повторение вообще играет большую роль, причем не механическое, а используя логическую обработку материала;
  - 4) установка на запоминание ведет к лучшему запоминанию. Очень полезно связать материал с целью деятельности.
  - 5) Один из интересных эффектов памяти - это явление **реминисценции**, т.е. улучшение со временем воспроизведения изученного материала, без какого-то дополнительного повторения. Реминисценция чаще всего происходит на второй - третий день после выучивания материала.
  - 6) События, которые производят на человека сильное впечатление, запоминаются сразу, прочно и надолго.
  - 7) Более сложные и не такие интересные события человек может переживать много раз, но в памяти они отложатся не надолго.
  - 8) Любое новое впечатление не остается в памяти изолированным. Память о событии меняется, вступая в связь с другими впечатлениями.
  - 9) Память человека всегда связана с его личностью, поэтому любые патологические изменения в личности всегда сопровождаются нарушениями памяти.
  - 10) Память человека всегда теряется и восстанавливается по одному и тому же "сценарию": первыми, при потере памяти, исчезают более сложные и недавние впечатления. При восстановлении, наоборот: сначала восстанавливаются более простые и более ранние воспоминания, а затем уже более сложные и недавние.
- Это некоторые наиболее общие, но вовсе не исчерпывающие закономерности работы памяти у человека.

**Следы происходивших ранее нервных процессов, сохранившиеся в коре**

Значение памяти в жизни человека огромно: без нее была бы невозможна какая-либо деятельность. И.М.Сеченов указывал, что «...без памяти наши ощущения и восприятия, исчезая бесследно по мере возникновения, оставляли бы человека вечно в положении новорожденного». При некоторых психических заболеваниях наблюдаются глубокие расстройства памяти, когда больные не помнят, где они находятся, не знают, что они делали в этот день, совершенно не запоминают содержания несколько раз подряд прочитанной страницы. Эти факты показывают, что без прошлого опыта нарушается обычный ход жизни, люди становятся инвалидами. Франсуа Миттеран сравнил потерю памяти с потерей свободы.

В данной работе были кратко рассмотрены различные аспекты памяти в свете психофизиологии: определения памяти, её основные черты и характеристики, основные виды памяти и механизмы процессов, происходящих в памяти. Тем не менее, важно осознавать, что и после многолетних исследований механизмы памяти все еще недостаточно изучены, что даже те закономерности, которые удалось вывести, не всегда применимы к абсолютному большинству людей.

Процесс развития памяти в его качественном своеобразии, без ограничения возраста, даёт возможность широкого использования сравнительно - генетического метода применительно к произвольным и произвольным формам памяти. Вопрос о специфике функций памяти как свойства личности человека до сих пор представляет интерес для установления условий развития памяти на всех уровнях её функционирования. Когнитивные процессы не тождественны процессам развития памяти. Акты памяти являются функцией мозга с учётом анализа социально – детерминированных психологических механизмов функционирования памяти.

Мнение автора работы состоит в том, что к изучению человека, - особенно, если речь идет о его психике, - нужно подходить с достаточной долей смирения и осознания того, что каждый человек глубоко индивидуален и очень сложен.

Таблица, данная ниже, суммирует, что представляет собой понятие "память", которое кратко обсуждалось в данной работе.

**ПАМЯТЬ**

Запоминание

Сохранение

Воспроизведение

Забывание

**ПРОЦЕССЫ****ВИДЫ**

Образная

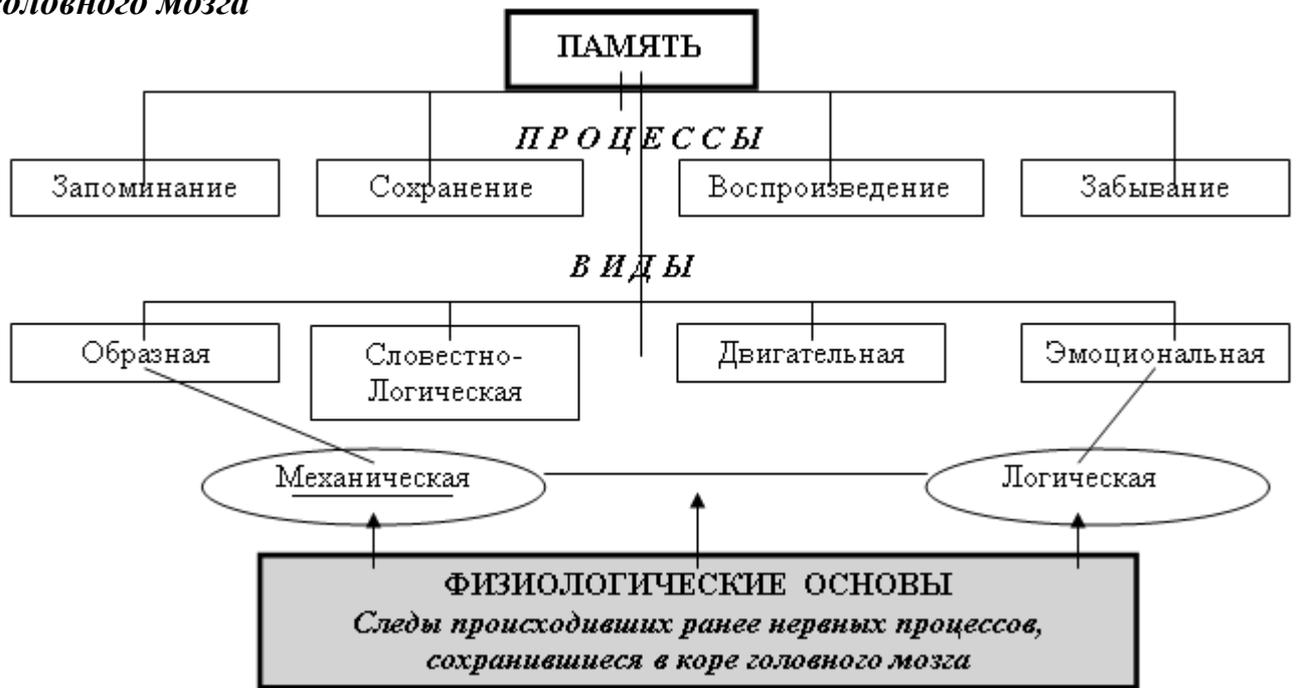
Словестно-Логическая

Двигательная

Эмоциональная

Механическая

Логическая



### Воображение.

Образы, которые использует и создает человек, не ограничиваются воспроизведением непосредственно воспринятого. Перед человеком в образах может предстать и то, что он непосредственно не воспринимал, и то, чего вообще не было, и даже то, чего быть не может. Это означает только то, что не всякий процесс, протекающий в образах, может быть понят, как процесс воспроизведения, потому что люди не только познают и созерцают мир, они его изменяют и преобразуют. Но для того, чтобы преобразовывать действительность на практике, нужно уметь делать это и мысленно. Именно этой потребности и удовлетворяет воображение.

Воображение — это важнейшая сторона нашей жизни. Представьте на минуту, что человек не обладал бы фантазией. Мы лишились бы почти всех научных открытий и произведений искусства, образов, создаваемых величайшими писателями и изобретений конструкторов. Дети не услышали бы сказок и не смогли бы играть во многие игры. А как они смогли бы усваивать школьную программу без воображения?

Благодаря воображению человек творит, разумно планирует свою деятельность и управляет ею. Почти вся человеческая материальная и духовная культура является продуктом воображения и творчества людей.

Воображение выводит человека за пределы его сиюминутного существования, напоминает ему о прошлом, открывает будущее. Вместе с уменьшением способности фантазировать у человека обедняется личность, снижаются возможности творческого мышления, гаснет интерес к искусству и науке.

Воображение является высшей психической функцией и отражает действительность. Однако с помощью воображения осуществляется мысленный отход за пределы непосредственно воспринимаемого. Основная его задача — представление ожидаемого результата до его осуществления. С помощью вооб-

ражения у нас формируется образ никогда не существовавшего или не существующего в данный момент объекта, ситуации, условий.

Проще сказать — лишите человека фантазии, и прогресс остановится! Значит воображение, фантазия являются высшей и необходимейшей способностью человека. Однако фантазия, как и любая форма психического отражения, должна иметь позитивное направление развития. Она должна способствовать лучшему познанию окружающего мира, самораскрытию и самосовершенствованию личности, а не перерастать в пассивную мечтательность, замену реальной жизни грезами.

Принимая во внимание то, какое значение воображение имеет в жизни человека, как оно влияет на его психические процессы и состояния и даже на организм, мы специально выделим и рассмотрим проблему воображения.

### **Определение воображения**

Воображение - особая форма психики, которая может быть только у человека. Оно непрерывно связано с человеческой способностью изменять мир, преобразовывать действительность и творить новое. Прав был М. Горький, говоря, что «именно вымысел поднимает человека над животным», потому что только у человека, который, являясь существом общественным, преобразует мир, развивается подлинное воображение.

Обладая богатым воображением, человек может жить в разном времени, что не может себе позволить никакое другое живое существо в мире. Прошлое зафиксировано в образах памяти, а будущее представлено в мечтах и фантазиях.

Всякое воображение порождает что-то новое, изменяет, преобразует то, что дано восприятием. Эти изменения и преобразования могут выразиться в том, что человек, исходя из знаний и опираясь на опыт, вообразит, т.е. создаст, себе картину того, чего в действительности никогда сам не видел. Например, сообщение о полете в космос побуждает наше воображение рисовать картины фантастической по своей необычности жизни в невесомости, в окружении звезд и планет.

Воображение может, предвосхищая будущее, создать образ, картину того, чего вообще не было. Так космонавты могли в своем воображении представить полет в космос и высадку на Луну тогда, когда это было только лишь мечтой, еще не осуществленной и неизвестно, осуществимой ли.

Воображение может, наконец, совершить и такой отлет от действительности, который создает фантастическую картину, ярко отклоняющуюся от действительности. Но и в этом случае оно в какой-то мере отражает эту действительность. И воображение тем плодотворнее и ценнее, чем в большей мере оно, преобразуя действительность и отклоняясь от нее, все же учитывает ее существенные стороны и наиболее значимые черты.

Для исследования познавательной роли воображения необходимо выяснить его особенности и выявить его действительную природу. В научной литературе существует очень много подходов к определению воображения. Обратимся к некоторым из них и определим основные особенности воображения.

С.Л.Рубинштейн пишет: “Воображение - это отлет от прошлого опыта, это преобразование данного и порождение на этой основе новых образов”.

Л.С.Выготский считает, что “воображение не повторяет впечатлений, которые накоплены прежде, а строит какие-то новые ряды из прежде накопленных впечатлений. Таким образом, привнесение нового в наши впечатления и изменение этих впечатлений так, что в результате возникает новый, раньше не существовавший образ, составляет основу той деятельности, которую мы называем воображением”.

Согласно Е.И.Игнатьеву, “основной признак процесса воображения заключается в преобразовании и переработке данных и материалов прошлого опыта, в результате чего получается новое представление”.

А “Философский словарь” определяет воображение как “способность создавать новые чувственные или мыслительные образы в человеческом сознании на основе преобразования полученных от действительности впечатлений”.

Как видно из определений, существенным признаком воображения считается способность субъекта создавать новые образы. Но этого недостаточно, потому что нельзя тогда провести различия между воображением и мышлением. Ведь мышление человека (создание познавательных образов посредством выводов, обобщений, анализа, синтеза) не может быть просто отождествлено с воображением, потому что создание новых знаний и понятий может происходить и без участия воображения.

Многие исследователи отмечают, что воображение есть процесс создания новых образов, протекающий в наглядном плане. Такая тенденция относит воображение к формам чувственного отражения, другая же считает, что воображение создает не только новые чувственные образы, но и продуцирует новые мысли.

Одна из черт, характерных для воображения, состоит в том, что оно связано не только с мышлением, но и чувственными данными. Воображения нет без мышления, но оно не сводится и к логике, так как в нем всегда предполагается преобразование чувственного материала.

Таким образом, очевидно, что воображение есть и создание новых образов, и преобразование прошлого опыта, и то, что такое преобразование совершается при органическом единстве чувственного и рационального.

### **Функции воображения**

Люди так много мечтают потому, что их разум не может быть “безработным”. Он продолжает функционировать и тогда, когда в мозг человека не поступает новая информация, когда он не решает никаких проблем. Именно в это время и начинает работать воображение, остановить которое человек по своему желанию не может.

В жизни человека воображение выполняет ряд специфических функций.

Первая из них состоит в том, чтобы представлять действительность в образах и иметь возможность пользоваться ими, решая задачи. Эта функция воображения связана с мышлением и органически в него включена.

Вторая функция воображения состоит в регулировании эмоциональных состояний. При помощи своего воображения человек способен хотя бы отчасти удовлетворять многие потребности, снимать порождаемую ими напряженность. Данная жизненно важная функция особенно подчеркивается и разрабатывается в психоанализе.

Третья функция воображения связана с его участием в произвольной

регуляции познавательных процессов и состояний человека, в частности восприятия, внимания, памяти, речи, эмоций. С помощью искусно вызываемых образов человек может обращать внимание на нужные события. Посредством образов он получает возможность управлять восприятием, воспоминаниями, высказываниями.

Четвертая функция воображения состоит в формировании внутреннего плана действий – способности выполнять их в уме, манипулируя образами.

Наконец, пятая функция – это планирование и программирование деятельности, составление таких программ, оценки их правильности, процесса реализации.

С помощью воображения мы можем управлять многими психофизиологическими состояниями организма, настраивать его на предстоящую деятельность. Известны также факты, свидетельствующие о том, что с помощью воображения, чисто волевым путем человек может влиять на органические процессы: изменять ритмику дыхания, частоту пульса, кровяное давление, температуру тела.

### **Виды воображения**

Рассмотрим теперь различные формы и виды человеческого воображения.

Отношение человека к процессу воображения непосредственно определяет существование различных уровней воображения. На низших уровнях смена образов происходит произвольно, на высших – в ней все большую роль играет сознательное человека к формированию образов.

В самых низших и примитивных своих формах воображение проявляется в произвольной трансформации образов, которая совершается под воздействием малоосознанных потребностей, влечений и тенденций, независимо от какого-то сознательного вмешательства субъекта. Образы воображения как бы самопроизвольно всплывают перед воображением, помимо воли и желания человека, а не формируются им. В чистом виде такая форма воображения лишь в очень редких случаях на низших уровнях сознания и в сновидениях. Ее еще называют пассивным воображением.

В высших формах воображения, в творчестве, образы сознательно формируются и преобразуются в соответствии с целями. Пользуясь ими, человек по собственному желанию, усилием воли вызывает у себя соответствующие образы творческой деятельности человека. Эта форма воображения носит название активной.

Различают также воображение воспроизводящее, или репродуктивное, и преобразующее, или продуктивное.

В репродуктивном воображении ставится задача воспроизвести реальность в том виде, какова она есть, и хотя здесь также присутствует элемент фантазии, такое воображение больше напоминает восприятие или память, чем творчество. Так, с репродуктивным воображением может быть соотнесено направление в искусстве, называемое натурализмом, а также отчасти реализм. Общеизвестно, что по картинам И.И.Шишкина биологи могут изучать флору русского леса, так как все растения на его полотнах выписаны с документальной точностью.

Продуктивное воображение отличается тем, что в нем действительность

сознательно конструируется человеком, а не просто механически копируется или воссоздается, хотя при этом в образе она все же творчески преобразуется. Например, основой творчества ряда мастеров искусства, чей полет творческой фантазии уже не удовлетворяют реалистические средства, становится тоже реальность. Но эта реальность пропускается через продуктивное воображение творцов, они по-новому ее конструируют, пользуясь светом, цветом, вибрацией воздуха (импрессионизм), прибегая к точечному изображению предметов (пуантилизм), разлагая мир на геометрические фигуры (кубизм) и так далее. Даже произведения такого направления искусства, как абстракционизм, создавались при помощи продуктивного воображения. С продуктивным воображением в искусстве мы встречаемся в тех случаях, когда мир художника – фантазмагория, иррационализм. Результатом такого воображения является роман М.Булгакова “Мастер и Маргарита”, фантастика братьев Стругацких. Воображение, как известно, тесно связано с творчеством (об этом подробнее речь пойдет ниже). И как ни странно, эта зависимость обратная, т.е. именно воображение формируется в процессе творческой деятельности, а не наоборот. Специализация различных видов воображения является результатом развития различных видов творческой деятельности. Поэтому существует столько специфических видов воображения, сколько имеется видов человеческой деятельности – конструктивное, техническое, научное, художественное, музыкальное и так далее. Но, конечно, все эти виды составляют разновидность высшего уровня – творческого воображения.

Во всех этих случаях воображение играет положительную роль, но есть и другие виды воображения. К ним относятся сновидения, галлюцинации, грезы и мечты.

Сновидения можно отнести к разряду пассивных и произвольных форм воображения. Подлинная их роль в жизни человека до сих пор не установлена, хотя известно, что в сновидениях человека находят выражение и удовлетворение многие жизненно важные потребности, которые в силу ряда причин не могут получить реализации в жизни.

Галлюцинациями называют фантастические видения, не имеющие, по-видимому, почти никакой связи с окружающей человека действительностью. Обычно они, являясь результатом тех или иных нарушений психики или работы организма, сопровождают многие болезненные состояния.

Грезы, в отличие от галлюцинаций, – это вполне нормальное психическое состояние, представляющее собой фантазию, связанную с желанием.

Мечтой называют форму особой внутренней деятельности, заключающуюся в создании образа того, что человек желал бы осуществить. Мечта от грезы отличается тем, что она несколько более реалистична и в большей степени связана с действительностью, т.е. в принципе осуществима. Мечты у человека занимают довольно большую часть времени, особенно в юности и для большинства людей являются приятными думами о будущем, хотя у некоторых встречаются и тревожные видения, порождающие чувство беспокойства и агрессивности. Процесс воображения редко сразу же реализуется в практических действиях человека, поэтому мечта – важное условие претворения в жизнь творческих сил человека. Необходимость мечты состоит в том, что, будучи первоначально простой реакцией на сильно возбуждающую ситуацию, она затем

нередко становится внутренней потребностью личности. Мечта очень важна и в младшем школьном возрасте. Чем младше мечтающий ребенок, тем чаще его мечтание не столько выражает его направленность, сколько создает ее. В этом состоит формирующая функция мечты.

### **”Техника” воображения**

Преобразование действительности при помощи воображения происходит не произвольно, оно имеет свои закономерные пути, которые выражаются в различных способах или приемах преобразования, которые используются человеком неосознанно. Психология выделяет несколько таких приемов.

Первый такой способ — агглютинация, т.е. комбинирование или сочетание различных, несоединимых в повседневной жизни частей в новых необычных комбинациях. Комбинирование — это не случайный набор, а именно подбор определенных черт, производимый сознательно, в соответствии с определенной идеей и замыслом композиции. Он широко применяется в искусстве, науке, техническом изобретательстве, а особенно в памятниках древнеегипетского искусства и в искусстве американских индейцев. Примером может служить классические персонажи сказок человек-зверь или человек-птица, аллегорические фигуры Леонардо да Винчи.

Другим приемом является акцентуирование некоторых сторон отображаемого явления. Акцентуирование — это подчеркивание черт. Оно часто достигается при помощи изменения пропорций в различные стороны. Таким приемом пользуется карикатура: она воспроизводит черты оригинала, утрируя те или иные его черты. При этом чтобы быть значимым, акцентуирование должно выделять характерное, существенное. Акцентуирование активно использует изменение предметов при помощи их увеличения или уменьшения (гиперболизация и литота), что находит широкое применение в фантастическом изображении действительности. Примером могут служить следующие сказочные персонажи: небывало сильный Святогор, крошечный Мальчик-с-пальчик или гигантских размеров Гулливер. С одной стороны, внешность великана, его грандиозные размеры могут сделать более очевидной внутреннюю силу и значимость героев, а с другой, фантастически малые размеры могут силой контраста подчеркнуть большие внутренние достоинства персонажа.

Третий известный способ создания образов воображения — схематизация. В этом случае отдельные представления сливаются, а различия сглаживаются. Отчетливо прорабатываются основные черты сходства. Примером служит любой схематический рисунок.

И последним способом можно назвать типизацию, т.е. специфическое обобщение. Для него характерно выделение существенного, повторяющегося в однородных в каком-то отношении фактах и воплощении их в конкретном образе. В этом приеме одни черты вовсе опускаются, другие же упрощаются, освобождаются от деталей и усложнений. В результате весь образ преобразуется. Например, существуют профессиональные образы рабочего, врача, художника и так далее.

Таким образом, в воображении, естественно, заключена тенденция к иносказанию, аллегории, использованию образов в переносном значении. Все средства литературного творчества (метафора, гипербола, эпитет, тропы и фигуры) показывают проявление преобразующей силы воображения. А все

основные формы творческого преобразования мира, которыми пользуется искусство, в конечном счете, отражают те преобразования, которыми пользуется воображение.

### **Воображение в творчестве**

Воображение играет важную роль в каждом творческом процесс, а особенно его значение велико в художественном творчестве. Сущность художественного воображения заключается, прежде всего, в том, чтобы суметь создать новые образы, способные быть носителем идейного содержания. Особая мощь художественного воображения заключается в том, чтобы создать новую ситуацию не путем нарушения, а при условии сохранения основных требований жизненности.

В корне ошибочным является представление о том, что чем причудливее и диковиннее произведение, тем больше воображения у его автора. Воображение Льва Толстого ничуть не слабее воображения Эдгара Алана По. Оно просто другое. Ведь чем реалистичнее произведение, тем мощнее должно быть воображение, чтобы сделать описываемую картину наглядной и образной. Ведь как известно, мощное творческое воображение узнается не столько по тому, что человек может вымышлять, придумывать, а по тому, как он умеет преобразовывать действительность в соответствии с требованиями художественного замысла.

Но соблюдение жизненности и реальности не означает, конечно, фотографически точного копирования воспринятого, ведь у настоящего художника есть не только необходимая техника, но и особый взгляд на вещи, отличный от взгляда нетворческого человека. Поэтому основная задача художественного произведения – показать другим то, что видит художник, так, чтобы это увидели и другие. Даже в портрете художник не фотографирует изображенную персону, а преобразует воспринимаемое им. Продукт такого воображения дает часто более глубокую и верную картину, чем это может сделать даже фотография.

Воображение в художественном творчестве допускает, конечно, и значительный отлет от действительности, значительное отклонение от нее. Художественно творчество выражается не только в портрете, оно включает и скульптуру, и сказку, и фантастический рассказ. Как в сказке, так и в фантастике отклонения могут быть очень велики, но они в любом случае должны быть мотивированы замыслом, идеей произведения. И чем значительнее эти отклонения о действительности, тем мотивированнее они должны быть, иначе они не будут поняты и по достоинству оценены. Творческое воображение использует такого рода фантастику, отклонение о некоторых черт действительности, с целью придать образность и наглядность реальному миру, основной идее или замыслу.

Некоторые переживания, чувства людей в повседневной жизни могут быть и незаметны глазу обывателя, воображение же художника, отклоняясь о действительности, преобразует ее, ярче освещая и выпуклее показывая какую-то особо для него важную часть этой действительности. Отойти от действительности, чтобы глубже в нее проникнуть и лучше понять, – такова логика творческого воображения.

Не менее необходимо воображение и в научном творчестве. В науке оно формируется не в меньшей мере, чем в творчестве, а лишь в других формах.

Еще английский химик Пристли, открывший кислород, заявлял, что все великие открытия, способны сделать лишь ученые, которые дают “полный простор своему воображению”. Роль фантазии в науке высоко оценивал и Ленин, считая, что “она нужна не только поэту. Даже в математике она нужна, ведь фантазия есть качество величайшей ценности”. Специфическая роль воображения в научном творчестве заключается в том, что оно преобразует образное содержание проблемы и этим содействует ее разрешению.

Очень ярко роль воображения показана в экспериментальном исследовании. Экспериментатор, задумывая опыт, должен, используя свои знания и гипотезы, достижения науки и техники, представить себе такую ситуацию, которая бы удовлетворила всем требующимся условиям. Другими словами, он должен вообразить проведение такого опыта и понять его цели и последствия. Одним из ученых, который всегда «проводил эксперимент» своим воображением перед настоящим опытом, был физик Э. Резерфорд.

### **Воображение и талантливость**

Как уже известно, воображение — это всегда создание нового в результате переработки прошлого опыта. Никакая творческая деятельность невозможна без фантазии, поэтому творчество — это сложный психический процесс, связанный с характером, интересами, способностями личности.

Иногда людям более зрелого возраста трудно представить себе что-то необычное и начать фантазировать, но это не значит, что они потеряли способность к воображению. Воображение есть у каждого человека, просто, становясь старше, человек все реже его тренирует. А тренировать воображение, как советуют психологи, нужно еще с самого детства.

Творческая деятельность развивает чувства детей. Творя, ребенок испытывает целую гамму положительных эмоций, как от процесса деятельности, так и от полученного результата.

Творчество способствует оптимальному и интенсивному развитию таких психических функций, как память, мышление, восприятие, внимание. А ведь именно они определяют успешность учебы ребенка.

Творческая деятельность развивает личность ребенка, помогает ему усваивать моральные и нравственные нормы — различать добро и зло, сострадание и ненависть, смелость и трусость. Создавая произведения творчества, ребенок отражает в них свое понимание жизни и мира, свои положительные и отрицательные качества, по-новому их осмысливает и оценивает.

Творчество развивает и эстетические чувства у ребенка. Через эту деятельность формируется восприимчивость ребенка к миру, оценка прекрасного.

Все дети, особенно старшие дошкольники и школьники младшего и среднего возраста, любят заниматься искусством. Они с увлечением поют и танцуют, лепят и рисуют, сочиняют музыку и сказки, выступают на сцене, участвуют в конкурсах, выставках и викторинах и т. д. Потому что творчество делает жизнь ребенка богаче, полнее, радостнее и интереснее.

Дети способны заниматься творчеством не только независимо от места и времени, но, самое главное, независимо от личностных комплексов. Взрослый человек, часто критически оценивая свои творческие способности, стесняется их показывать. Дети же, в отличие от взрослых, способны искренне проявлять себя в

художественной деятельности, не обращая внимания на стеснительность.

Особое значение творческая деятельность имеет для одаренных и талантливых детей. Одаренность — это комплекс способностей, позволяющих иметь особые достижения в конкретной области искусства, науки, профессиональной или иной деятельности. Не многие дети отличаются ярко выраженной талантливостью и одаренностью. Для одаренного ребенка воображение выступает основным характерным качеством, ему необходима постоянная активность фантазии. Необычные подходы к решению задач, оригинальные ассоциации—все это характерно для талантливого ребенка и является результатом воображения.

Одаренность и талант тесно связаны с опережающим развитием. Талантливые дети отличаются более высокими результатами по сравнению со своими сверстниками, и достигают они этих результатов гораздо легче. Эти дети отличаются большей чувствительностью к окружающему миру, а в конкретные периоды для них характерна и особо высокая чувствительность. Такие периоды психологи называют «сензитивными». В эти периоды конкретная функция (например, речь или логическая память) наиболее восприимчива к раздражителям внешнего мира, легко поддается тренировке и интенсивно развивается, и дети проявляют особые достижения в различных видах деятельности. И если обычный ребенок может испытывать «сензитивный» период для одной функции, то талантливый ребенок демонстрирует «сензитивность» сразу многих функций.

При помощи творчества и воображения, естественно, ребенок формирует свою личность. И есть особая сфера жизни ребенка, которая обеспечивает специфические возможности для личностного развития, — это игра. Основной психической функцией, обеспечивающей игру, является именно воображение. Воображая игровые ситуации и реализуя их, ребенок формирует у себя целый ряд личностных свойств, такие, как справедливость, смелость, честность, чувство юмора и другие. Через работу воображения происходит компенсация пока еще недостаточных реальных возможностей ребенка преодолевать жизненные трудности и конфликты.

Занимаясь творчеством (для чего также первоочередным является воображение) ребенок формирует у себя такое качество, как одухотворенность. При одухотворенности воображение включено во всю познавательную деятельность, сопровождаясь особо положительными эмоциями. Богатая работа воображения часто связана с развитием такой важной личностной черты, как оптимизм.

Особый интерес для ученых представляют воображаемые компаньоны, которых конструируют многие дети, - выдуманные родственники, воображаемые друзья, феи и эльфы, животные, куклы и другие объекты. В одном исследовании принимало участие 210 детей; и было обнаружено, что 45 из них имели воображаемых компаньонов: из этого числа 21 были единственным ребенком в семье и еще 21 имели только одного родственника каждый. Наблюдатели отмечали, что, хотя у 45-ти детей было много благоприятных возможностей для того, чтобы играть с другими детьми, они не делали этого. Воображаемый компаньон — это создание самого ребенка, он в принципе может наделять его любыми свойствами и заставить персонификацию обращаться с ним так, как сам того пожелает. Следует отметить, что игра, включающая таких компаньонов, иногда отражает установки родителей, и известен случай с девочкой, которая

имела двух воображаемых товарищей — один был наделен всеми добродетелями, как она их понимала, а другой — всеми недостатками, которые она в себе находила. Но необходимо отметить, что психиатры считают такое фантазирование симптомами душевного расстройства; с их точки зрения, такие персонификации создаются, чтобы компенсировать отсутствие теплоты и сердечности в реальной жизни.

В подростковом возрасте, когда личностное развитие становится доминирующим, особое значение приобретает такая форма воображения, как мечта — образ желаемого будущего.

Подросток мечтает о том, что доставляет ему радость, что удовлетворяет его самые сокровенные желания и потребности. В мечтах подросток строит желаемую личную программу жизни, в которой нередко определяется ее основной смысл. Часто мечты бывают нереальными, т. е. определена только цель, но не пути ее достижения, однако на этапе подросткового возраста это все равно имеет позитивный характер, так как позволяет подростку в воображаемом плане «перебрать» разные варианты будущего, выбрать свой путь решения проблемы.

Воображение значимо в личностном плане и для взрослого. Люди, которые во взрослом возрасте сохранили яркое воображение, отличаются талантливостью, их часто называют богато одаренными личностями.

С возрастом большинство из нас теряет способность фантазировать: как трудно иногда бывает придумать новую сказку для ребенка. Для сохранения и развития воображения существует целый ряд упражнений, которые подробно описаны в специальной педагогической литературе.

### **Роль воображения в науке**

В одной из лабораторий США по созданию искусственного интеллекта перед учеными стояла проблема: как научить машину видеть? Казалось бы, все просто: поставь камеру, подключи микросхему, и все в порядке! Но нет.

Задача была не просто научить "видеть", а сделать так, чтобы робот мог воспринимать не только отдельные объекты, но и целые сцены. Для этого ему необходимо через зрительные органы узнавать огромное количество информации о предмете. Например, его положение по отношению к другим предметам в пространстве, качество его поверхности, его размеры, цветовые характеристики, назначение и т.д.

Все это для машины представляет довольно большие трудности. Например, чтобы видеть относительное положение тел в пространстве нужно обладать стереоскопическим зрением, но эта проблема вполне разрешима. Гораздо важнее и труднее научить машину "понимать" какие-либо ситуации или сцены. Ведь ученые еще не совсем понимают, как этот процесс происходит у человека, чего уж говорить о машине!

Ясна только цель: нужно создать у машины искусственное воображение, и тогда, осмотрев несколько отдельных предметов, она сможет представить ситуацию в целом и проанализировать ее. А значит, можно будет создать и искусственный интеллект!!!

Значение воображения в жизни и деятельности человека очень велико. Возникло и развивалось воображение в процессе труда, и основное его значение состоит в том, что без него был бы невозможен любой труд человека, т.к. невозможно

трудиться, не представляя себе конечного и промежуточных результатов. Без воображения не был бы возможен прогресс ни в науке, ни в искусстве, ни в технике. Ни один школьный предмет не может усваиваться полностью без деятельности воображения. Если бы не было воображения, невозможно было бы принять решение и найти выход в проблемной ситуации, когда мы не обладаем нужной полнотой знаний.

### **Мышление.**

Мышление — высшая ступень человеческого познания, процесс отражения в мозге окружающего реального мира, основанная на двух принципиально различных психофизиологических механизмах: образования и непрерывного пополнения запаса понятий, представлений и вывода новых суждений и умозаключений. Мышление позволяет получить знание о таких объектах, свойствах и отношениях окружающего мира, которые не могут быть непосредственно восприняты при помощи первой сигнальной системы. Формы и законы мышления составляют предмет рассмотрения логики, а психофизиологические механизмы — соответственно — психологии и физиологии.

Мыслительная деятельность человека неразрывно связана со второй сигнальной системой. В основе мышления различают два процесса: превращение мысли в речь (письменную или устную) и извлечение мысли, содержания из определенной его словесной формы сообщения. Мысль — форма сложнейшего обобщенного абстрагированного отражения действительности, обусловленного некоторыми мотивами, специфический процесс интеграции определенных представлений, понятий в конкретных условиях социального развития. Поэтому мысль как элемент высшей нервной деятельности представляет собой результат общественно-исторического развития индивида с выдвиганием на передний план языковой формы переработки информации.

Творческое мышление человека связано с образованием все новых понятий. Слово как сигнал сигналов обозначает динамичный комплекс конкретных раздражителей, обобщенных в понятие, выраженном данным словом и имеющим широкий контекст с другими словами, с другими понятиями. В течение жизни человек непрерывно пополняет содержание формирующихся у него понятий расширением контекстных связей используемых им слов и словосочетаний. Любой процесс обучения, как правило, связан с расширением значения старых и образованием новых понятий.

Словесная основа мыслительной деятельности во многом определяет характер развития, становления процессов мышления у ребенка, проявляется в формировании и совершенствовании нервного механизма обеспечения понятийного аппарата человека на базе использования логических законов умозаключений, рассуждений (индуктивное и дедуктивное мышление). Первые речеводвигательные временные связи появляются к концу первого года жизни ребенка; в возрасте 9—10 мес слово становится одним из значимых элементов, компонентов сложного стимула, но еще не выступает в качестве самостоятельного стимула. Соединение слов в последовательные комплексы, в отдельные смысловые фразы наблюдается на втором году жизни ребенка.

Глубина мыслительной деятельности, определяющая умственные особенности и составляющая основу человеческого интеллекта, во многом обусловлена развитием обобщающей функции слова. В становлении обобщающей функции слова у человека различают следующие стадии, или этапы, интегративной функции мозга. На первом этапе интеграции слово замещает чувственное восприятие определенного предмета (явления, события), обозначаемого им. На этой стадии каждое слово выступает в качестве условного знака одного конкретного предмета, в слове не выражена его обобщающая функция, объединяющая все однозначные предметы этого класса. Например, слово «кукла» для ребенка означает конкретно ту куклу, которая есть у него, но не куклу в витрине магазина, в яслях и т. д. Эта стадия приходится на конец 1-го — начало 2-го года жизни.

На втором этапе слово замещает несколько чувственных образов, объединяющих однородные предметы. Слово «кукла» для ребенка становится обобщающим обозначением различных кукол, которые он видит. Такое понимание и использование слова происходит к концу 2-го года жизни. На третьем этапе слово заменяет ряд чувственных образов разнородных предметов. У ребенка появляется понимание обобщающего смысла слов: например, слово «игрушка» для ребенка обозначает и куклу, и мяч, и кубик, и т. д. Такой уровень оперирования словами достигается на 3-м году жизни. Наконец, четвертый этап интегративной функции слова, характеризуемый словесными обобщениями второго-третьего порядка, формируется на 5-м году жизни ребенка (он понимает, что слово «вещь» обозначает интегрирующие слова предыдущего уровня обобщения, такие как «игрушка», «еда», «книга», «одежда» и т. д.).

Этапы развития интегративной обобщающей функции слова как составного элемента мыслительных операций тесно связаны с этапами, периодами развития познавательных способностей. Первый начальный период приходится на этап развития сенсомоторных координации (ребенок в возрасте 1,5—2 лет). Следующий — период предоперационального мышления (возраст 2—7 лет) определяется развитием языка: ребенок начинает активно использовать сенсомоторные схемы мышления. Третий период характеризуется развитием когерентных операций: у ребенка развивается способность к логическим рассуждениям с использованием конкретных понятий (возраст 7—11 лет). К началу этого периода в поведении ребенка начинают преобладать словесное мышление, активация внутренней речи ребенка. Наконец, последний, завершающий, этап развития познавательных способностей — это период формирования и реализации логических операций на основе развития элементов абстрактного мышления, логики рассуждений и умозаключений (11—16 лет). В возрасте 15—17 лет в основном завершается формирование нейро- и психофизиологических механизмов мыслительной деятельности. Дальнейшее развитие ума, интеллекта достигается за счет количественных изменений, все основные механизмы, определяющие сущность человеческого интеллекта, уже сформированы.

Для определения уровня человеческого интеллекта как общего свойства ума, талантов широко используется показатель IQ1 — коэффициент умственного

развития, вычисляемый на основании результатов психологического тестирования.

Поиски однозначных, достаточно обоснованных корреляций между уровнем умственных способностей человека, глубиной мыслительных процессов и соответствующими структурами мозга все еще остаются малоуспешными.

*IQ* — от англ. *intellect quantity* — количество интеллекта.

Даже такой, казалось бы, интегральный и объективный показатель, как масса головного мозга, не является определяющим. Так, многие выдающиеся умы отличались значительными различиями в общей массе мозга (мозг И. С. Тургенева весил 2012 г, И. П. Павлова — 1653 г, Д. И. Менделеева — 1571 г, А. Ф. Кони — 1100, г, А. Франса — 1017 г).

#### *Контрольные вопросы:*

- 1. Что такое память и каковы ее основные принципы? Чем они характеризуются?*
- 2. Что такое произвольное и произвольное запоминание?*
- 3. Как правильно заучивать материал?*
- 4. Какие качества памяти существуют?*
- 5. С какими отделами мозга связана память?*
- 6. Какие функции выполняет память?*
- 7. Каковы факторы забывания?*
- 8. Как уменьшить забывание выученного?*
- 9. Для чего служат мнемонические опоры?*
- 10. Почему память занимает центральное место в познавательной деятельности?*
- 11. Виды памяти по характеру психической активности, преобладающей в деятельности.*
- 12. Виды памяти по продолжительности сохранения материала.*
- 13. Виды памяти по характеру целей деятельности.*
- 14. Что такое мышление?*
- 15. Из чего возникает мышление?*
- 16. Что такое «мыслить»?*
- 17. Что такое разум?*
- 18. Чем отличается мышление человека от рассудочной деятельности животных?*
- 19. Что такое отвлеченное (абстрактное) мышление? Каково его значение?*
- 20. Как связаны мышление и воображение с трудовой деятельностью человека?*

#### *Литература*

- 1. Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И., Гайворонский А.И. Анатомия и физиология человека. – М.: «Академия», 2011.*
- 2. Миловзорова М. С. Анатомия и физиология человека. М: Медицина, 1972.*
- 3. Федюкович Н.И. Анатомия и физиология человека. Ростов-на-Дону: «Феникс», 2009.*

## Тема 14: Психофизиологические качества человека: эмоции, чувства.

План:

1. Эмоции.
2. Чувства.

### Эмоции.

#### Понятие эмоции.

Эмоциями (аффектами, душевными волнениями) называют такие состояния, как страх, гнев, тоска, радость, любовь, надежда, грусть, отвращение, гордость и т.п. **Психология прежнего времени перечисляла бесчисленное множество подобных переживаний.** То общее, что есть между эмоциями, чувствами и влечениями, вызывает потребность в общем групповом названии. Блейлер (1929) объединил чувства и эмоции под общим названием "эффektivность".

Эмоции проявляются в определенных психических переживаниях, каждому известных по своему опыту, и в телесных явлениях. Как и ощущение, эмоции имеют положительный и отрицательный чувственный тон, связаны с чувством удовольствия или неудовольствия. Чувство удовольствия при усилении переходит в аффект радости.

Удовольствие и неудовольствие проявляются в определенной мимике лица и изменениях пульса. При эмоциях телесные явления выражены гораздо реже. Так, радость и веселье проявляются в двигательном возбуждении: смех, громкая речь, оживленная жестикуляция (дети прыгают от радости), пение, блеск глаз, румянец на лице (расширение мелких сосудов), ускорение умственных процессов, наплыв мыслей, склонность к островам, чувство бодрости. При печали, тоске, наоборот, имеется психомоторная задержка. Движения замедлены и скудны, человек "подавлен". Осанка выражает мышечную слабость. Мысли, неотрывно, прикованы к одному. Бледность кожи, осунувшиеся черты лица, уменьшение выделения секрета желез, горький вкус во рту. При сильной печали слез нет, но они могут появиться при ослаблении остроты переживаний.

На основании телесных переживаний Кант делил эмоции на стенические (радость, воодушевление, гнев) - возбуждающие, повышающие мышечный тонус, силу, и астенические (страх, тоска, печаль) - ослабляющие.

Деление эмоций на стенические и астенические имеет схематический характер. Некоторые аффекты трудно отнести в одну или другую рубрику, и даже один и тот же аффект при разной интенсивности может выявлять то стенические, то астенические черты. По длительности течения эмоции могут быть краткосрочными (гнев, испуг) и длительными.

Длительные эмоции называются настроениями. Есть люди, которые всегда веселы, находятся в повышенном настроении, другие склонны к угнетенному состоянию, к тоске или всегда раздражены. Настроение - сложный комплекс, который частично связан с внешними переживаниями, частично основан на общем расположении организма к определенным эмоциональным состояниям, частично зависит от ощущений, исходящих из органов тела.

**Психическая сторона эмоций проявляется не только в переживании самой эмоции. Гнев, любовь и т.д. оказывают влияние на интеллектуальные процессы: представления, мысли, направление внимания, а так же на волю, действия и поступки, на все поведение.**

При ослаблении эмоционального напряжения, например в исходных состояниях раннего слабоумия, наблюдаются ослабление воли, апатия. Влияние эмоций на интеллект и волю колеблется в очень широких пределах в зависимости от силы душевного волнения.

При сильных аффектах (испуг, большая радость, гнев, страх) обычный ход ассоциаций нарушается, **сознание бывает охвачено одним представлением, с которым связана эмоция**, все другие исчезают, возникновение новых представлений, не связанных с эмоцией, тормозится. Дальнейшее течение процессов неодинаково. При радости после первоначального "замирания" наступает наплыв множества представлений, находящихся в связи с обстоятельством, вызвавшим аффект. При страхе, горе, гневе возникшие вначале представления остаются в сознании на долгий срок. Аффект может разрешаться в бурных действиях и в столь сильных изменениях со стороны кровообращения и дыхания, что это иногда приводило к обмороку; наблюдались даже случаи мгновенной смерти. Человек с достаточно развитыми процессами торможения, несмотря на нарушение течения представлений при эмоциях, способен правильно оценить окружающую обстановку, и управлять своими действиями. Такие аффективные реакции, свойственные здоровому человеку, носят название физиологических аффектов.

Взрывчатые аффективные реакции, связанные с потерей самообладания, называют примитивными реакциями.

### **Коротко об эмоциях**

Эмоции - особый класс свойственных личности психологических состояний, отражающих в форме непосредственных переживаний, ощущений приятного или неприятного, отношения человека к миру и людям, процесс и результаты его практической деятельности. К классу эмоций относятся настроения, чувства, аффекты, страсти, стрессы. Это так называемые «чистые» эмоции. Они включены во все психические процессы и состояния человека. Любые проявления его активности сопровождаются эмоциональными переживаниями.

Эмоции и чувства возникли и развивались в процессе эволюции. В чем же состояло их приспособительное значение?

Жизнь животных отличается неравномерностью нагрузок. Не были здесь исключением и предки человека. Периоды крайнего напряжения чередуются с периодами покоя и расслабления. Во время охоты и преследования добычи, в схватке с сильным хищником, угрожающим жизни, или в момент бегства от опасности от животного требуется напряжение и отдача всех сил. **Необходимо развить максимальную мощность в критическую минуту, пусть даже это будет достигнуто с помощью энергетически невыгодных процессов обмена веществ. Физиологическая активность животного переключается на «аварийный режим». В таком переключении и состоит первая приспособительная функция эмоций. Поэтому естественный отбор закрепил в животном царстве это важное психофизиологическое свойство.**

Почему же в ходе эволюции не появились организмы, постоянно работающие на «повышенных» мощностях? Необходимость в механизме эмоций для приведения в боевую готовность отпала бы: они всегда находились бы в состоянии «алертности». Но состояние боевой готовности связано с очень высокими энергетическими затратами, с неэкономным расходом питательных веществ и износом организма; понадобились бы огромные количества пищи, и большая часть ее пропала бы впустую. Для животного организма это невыгодно, лучше обладать более низким уровнем обмена веществ и умеренной силой, но при этом иметь резервные механизмы, которые в надлежащий момент мобилизуют организм на функционирование в более интенсивном режиме, позволяют развить высокую мощность, когда в ней есть насущная необходимость.

Другая функция эмоций-сигнальная. Голод заставляет животное искать пищу задолго до того, как истощатся запасы питательных веществ в организме; жажда гонит на поиски воды, когда запасы жидкости еще не исчерпаны, но уже оскудели; боль - сигнал того, что ткани повреждены и находятся под угрозой гибели. Ощущение усталости и даже изнеможения появляется значительно раньше, чем подходят к концу энергетические резервы в мышцах. И если усталость снимается могучими эмоциями страха или ярости, организм животного после этого в состоянии проделать еще огромную работу.

Наконец, третья приспособительная функция эмоций- их участие в процессе обучения и накопления опыта. **Возникшие в результате взаимодействия организма со средой положительные эмоции способствуют закреплению полезных навыков и действий, а отрицательные заставляют уклоняться от вредоносных факторов.**

У человека главная функция эмоций состоит в том, что благодаря эмоциям мы лучше понимаем друг друга, можем, не пользуясь речью, судить о состояниях друг друга и лучше преднастраиваться на совместную деятельность и общение. Замечательным, например, является тот факт, что люди, принадлежащие к разным культурам, способны безошибочно воспринимать и оценивать выражения человеческого лица, определять по нему такие эмоциональные состояния, как радость, гнев, печаль, страх, отвращение, удивление. Это, в частности, относится и к тем народам, которые вообще никогда не находились в контактах друг с другом.

Данный факт не только убедительно доказывает врожденный характер основных эмоций и их экспрессии на лице, но и наличие генотипически обусловленной способности к их пониманию у живых существ. Это, как мы уже видели, относится к общению живых существ не только одного вида друг с другом, но и разных видов между собой. Хорошо известно, что высшие животные и человек способны по выражению лица воспринимать и оценивать эмоциональные состояния друг друга.

Врожденными являются далеко не все эмоционально-экспрессивные выражения. Некоторые из них, как было установлено, приобретаются прижизненно в результате обучения и воспитания. В первую очередь данный

вывод относится к жестам как способу культурно обусловленного внешнего выражения эмоциональных состояний и отношений человека к чему-либо.

Жизнь без эмоций так же невозможна, как и без ощущений. Эмоции, утверждал знаменитый естествоиспытатель Ч. Дарвин, возникли в процессе эволюции как средство, при помощи которого живые существа устанавливают значимость тех или иных условий для удовлетворения актуальных для них потребностей. Эмоционально-выразительные движения человека - мимика, жесты, пантомимика - выполняют функцию общения, т. е. сообщения человеку информации о состоянии говорящего и его отношении к тому, что в данный момент происходит, а также функцию воздействия - оказания определенного влияния на того, кто является субъектом восприятия эмоционально-выразительных движений. Интерпретация таких движений воспринимающим человеком происходит на основании соотнесения движения с контекстом, в котором идет общение.

У высших животных, и особенно у человека, выразительные движения стали тонко дифференцированным языком, с помощью которого живые существа обмениваются информацией о своих состояниях и о том, что происходит вокруг. Это - экспрессивная и коммуникативная функции эмоций. Они же являются важнейшим фактором регуляции процессов познания.

Эмоции выступают как внутренний язык, как система сигналов, посредством которой субъект узнает о потребностной значимости происходящего. Особенность эмоций состоит в том, что они непосредственно отражают отношения между мотивами и реализацией отвечающей этим мотивам деятельности. Эмоции в деятельности человека выполняют функцию оценки ее хода и результатов. Они организуют деятельность, стимулируя и направляя ее. В критических условиях при неспособности субъекта найти быстрый и разумный выход из опасной ситуации возникает особый вид эмоциональных процессов - аффект. Одно из существенных проявлений аффекта состоит в том, что он, навязывая субъекту стереотипные действия, представляет собой определенный закрепившийся в эволюции способ «аварийного» разрешения ситуаций: бегство, оцепенение, агрессию и т. п. **Благодаря вовремя возникшей эмоции организм имеет возможность чрезвычайно выгодно приспособиться к окружающим условиям. Он в состоянии быстро, с большой скоростью отреагировать на внешнее воздействие, не определив еще его тип, форму, другие частные конкретные параметры.**

Эмоциональные ощущения биологически, в процессе эволюции закрепились как своеобразный способ поддержания жизненного процесса в его оптимальных границах и предупреждают о разрушающем характере недостатка или избытка каких-либо факторов.

**Чем более сложно организовано живое существо, чем более высокую ступень на эволюционной лестнице оно занимает, тем богаче та гамма всевозможных эмоциональных состояний, которые оно способно переживать. Самая старая по происхождению, простейшая и наиболее распространенная среди живых существ форма эмоциональных переживаний - это удовольствие, получаемое от удовлетворения органических потребностей, и неудовольствие, связанное с невозможностью это сделать при обострении**

соответствующей потребности. **Практически все элементарные органические ощущения имеют свой эмоциональный тон.** О тесной связи, которая существует между эмоциями и деятельностью организма, говорит тот факт, что всякое эмоциональное состояние сопровождается многими физиологическими изменениями организма. Основные эмоциональные состояния, которые испытывает человек, делятся на собственно эмоции, чувства и аффекты. **Эмоции, и чувства предвосхищают процесс, направленный на удовлетворение потребности, имеют идеаторный характер и находятся как бы в начале его.** Эмоции и чувства выражают смысл ситуации для человека с точки зрения актуальной в данный момент потребности, значение для ее удовлетворения предстоящего действия или деятельности. Эмоции - это контекст поведения, в котором это поведение приобретает определенный смысл и цель. Эмоции могут вызываться как реальными, так и воображаемыми ситуациями. Они, как и чувства, воспринимаются человеком в качестве его собственных внутренних переживаний, передаются другим людям, сопереживаются.

Эмоции относительно слабо проявляются во внешнем поведении, иногда извне вообще незаметны для постороннего лица, если человек умеет хорошо скрывать свои чувства. Эмоциональный опыт человека обычно гораздо шире, чем опыт его индивидуальных переживаний. Чувства человека, напротив, внешне весьма заметны. **Эмоции способны предвосхищать ситуации и события, которые реально еще не наступили, и возникают в связи с представлениями о пережитых ранее или воображаемых ситуациях.** Т.е. сначала образуется контекст новой ситуации и в нем реализуется соответствующее поведение. Чувства же носят предметный характер, связываются с представлением или идеей о некотором объекте. Другая особенность чувств состоит в том, что они совершенствуются и, развиваясь, образуют ряд уровней, начиная от непосредственных чувств и кончая высшими чувствами, относящимися к духовным ценностям и идеалам.

Чувства носят исторический характер. Они различны у разных народов и могут по-разному выражаться в разные исторические эпохи у людей, принадлежащих к одним и тем же нациям и культурам.

В жизни значительная часть человеческих потребностей формируется воспитанием, прививается обществом (например, культурные потребности). По этой причине многие чувства настолько спаяны с умственной деятельностью, что не существуют вне этой деятельности.

Если человек не осознает опасности, чувство страха не наступает. Зато значительно позже, когда миновавшая опасность осознается, человека может обуять страх, и он буквально холодеет при мысли о том, какой угрозе он подвергался.

Иногда не сразу доходит оскорбительный намек, и тогда с отсрочкой наступает чувство гнева. Бывает, что отдаленное воспоминание воскрешает прежние чувства: человек радостно улыбается, вспомнив о приятном событии, которое произошло в прошлом.

В повести Л. Н. Толстого «Хаджи-Мурат» главный герой, рассказывая историю своей жизни, не скрыл, как однажды в юности во время вспыхнувшей жаркой схватки испугался и убежал. Его собеседник Ларис-Медиков, зная

испытанную храбрость Хаджи- Мурата, удивился. Тогда Хаджи- Мурат объяснил, что он с тех пор всегда вспоминал этот стыд и когда вспоминал, то уже ничего не боялся.

Стыд оказался сильнее страха благодаря свойству памяти воскрешать прежние чувства. Это помогало подавлять страх, а впоследствии, видимо, привело к частичной «атрофии страха».

Общественно-историческая практика накладывает отпечаток на биологическое «наследство», доставшееся человеку от предков. По мере того как люди от приспособления к природе переходили к господству над ней, по мере овладения законами социального развития менялась психика человека. Сегодня человек может сознательно выбирать занятия, от которых ждет приятных чувств. Но отрицательные переживания не могут исчезнуть: ведь решение одних проблем создает массу других. Да, собственно, без контрастных переживаний даже самые приятные чувства во многом потеряли бы свою ценность. «Что хорошего в тепле, если холод не подчеркнет всей его прелести?» - писал Дж. Стейнбек.

Горе и скорбь - неотъемлемая часть человеческой жизни. Без этих чувств духовный облик человека стал бы ущербным: «Способность ощущать печаль - одно из свойств настоящего человека. Тот, кто лишен чувства печали, так же жалок, как и человек, не знающий, что такое радость, или потерявший ощущение смешного», - считал К. Паустовский.

Аффекты - это особо выраженные эмоциональные состояния, сопровождаемые видимыми изменениями в поведении человека, который их испытывает. Аффект не предшествует поведению, а как бы сдвинут на его конец. Это реакция, которая возникает в результате уже совершенного действия или поступка и выражает собой его субъективную эмоциональную окраску с точки зрения того, в какой степени в итоге совершения данного поступка удалось достичь поставленной цели, удовлетворить стимулировавшую его потребность. Одним из наиболее распространенных в наши дни видов аффектов является стресс. Он представляет собой состояние чрезмерно сильного и длительного психологического напряжения, которое возникает у человека, когда его нервная система получает эмоциональную перегрузку. Стресс дезорганизует деятельность человека, нарушает нормальный ход его поведения. Стрессы, особенно если они часты и длительны, оказывают отрицательное влияние не только на психологическое состояние, но и на физическое здоровье человека. Они представляют собой главные «факторы риска» при появлении и обострении таких заболеваний, как сердечно-сосудистые и заболевания желудочно-кишечного тракта.

Страсть - еще один вид сложных, качественно своеобразных и встречающихся только у человека эмоциональных состояний. Страсть представляет собой сплав эмоций, мотивов и чувств, сконцентрированных вокруг определенного вида деятельности или предмета. Объектом страсти может стать человек. Страсть означает порыв, увлечение, ориентацию всех устремлений и сил личности в едином направлении, сосредоточение их на единой цели.

Многочисленными физиологическими изменениями в организме сопровождается всякое эмоциональное состояние. На протяжении истории развития данной области психологических знаний не раз предпринимались

попытки связать физиологические изменения в организме с теми или иными эмоциями и показать, что комплексы органических признаков, сопровождающие различные эмоциональные процессы, действительно различны.

В 1872 г. Ч. Дарвин опубликовал книгу «Выражение эмоций у человека и животных», которая явилась поворотным пунктом в понимании связи биологических и психологических явлений, в частности, организма и эмоций. В ней было доказано, что эволюционный принцип применим не только к биофизическому, но и психолого- поведенческому развитию живого, что между поведением животного и человека непроходимой пропасти не существует. Дарвин показал, что во внешнем выражении разных эмоциональных состояний, в экспрессивно-телесных движениях много общего у антропоидов и слепорожденных детей. Эти наблюдения легли в основу теории эмоций, которая получила название эволюционной. Эмоции согласно этой теории появились в процессе эволюции живых существ как жизненно важные приспособительные механизмы, способствующие адаптации организма к условиям и ситуациям его жизни. Телесные изменения, сопровождающие различные эмоциональные состояния, в частности, связанные с соответствующими эмоциями движения, по Дарвину, есть не что иное, как рудименты реальных приспособительных реакций организма.

Идеи Ч. Дарвина были восприняты и развиты в другой теории, получившей в психологии широкую известность. Ее авторами явились У. Джемс и К. Ланге. Джемс считал, что определенные физические состояния характерны для разных эмоций - любопытства, восторга, страха, гнева и волнения. Соответствующие телесные изменения были названы органическими проявлениями эмоций. Именно органические изменения по теории Джемса - Ланге являются первопричинами эмоций. Отражаясь в голове человека через систему обратных связей, они порождают эмоциональное переживание соответствующей модальности. Сначала под действием внешних стимулов происходят характерные для эмоций изменения в организме и только затем - как их следствие - возникает сама эмоция.

Альтернативную точку зрения на соотношение органических и эмоциональных процессов предложил У. Конной. Он одним из первых отметил тот факт, что телесные изменения, наблюдаемые при возникновении разных эмоциональных состояний, весьма похожи друг на друга и по разнообразию недостаточны для того, чтобы вполне удовлетворительно объяснить качественные различия в высших эмоциональных переживаниях человека. Внутренние органы, с изменениями состояний которых Джемс и Ланге связывали возникновение эмоциональных состояний, кроме того, представляют собой до вольно малочувствительные структуры, которые очень медленно приходят в состояние возбуждения. Эмоции же обычно возникают и развиваются довольно быстро.

Психоорганическая теория эмоций (так можно назвать эту теорию) получила дальнейшее развитие под влиянием электрофизиологических исследований мозга. На ее базе возникла активационная теория Линдсея - Хебба. Согласно этой теории эмоциональные состояния определяются влиянием ретикулярной формации нижней части ствола головного мозга. Эмоции возникают вследствие нарушения и восстановления равновесия в соответствующих структурах центральной нервной системы. Вслед за теориями, объясняющими взаимосвязь эмоциональных и органических процессов, появились теории, описывающие

влияние эмоций на психику и поведение человека. **Эмоции, как оказалось, регулируют деятельность, обнаруживая вполне определенное на нее влияние в зависимости от характера и интенсивности эмоционального переживания.** Д. О. Хеббу удалось экспериментальным путем проследить зависимость между уровнем эмоционального возбуждения человека и успешностью его практической деятельности.

У человека в динамике эмоциональных процессов и состояний не меньшую роль, чем органические и физические воздействия, играют когнитивно-психологические факторы (когнитивные означает относящиеся к знаниям). В связи с этим были предложены новые концепции, объясняющие эмоции у человека динамическими особенностями когнитивных процессов.

**Одной из первых подобных теорий явилась теория когнитивного диссонанса Л. Фестингера. Согласно ей положительное эмоциональное переживание возникает у человека тогда, когда его ожидания подтверждаются, а когнитивные представления воплощаются в жизнь, т. е. когда реальные результаты деятельности соответствуют намеченным, согласуются с ними. Отрицательные эмоции возникают и усиливаются в тех случаях, когда между ожидаемыми и действительными результатами деятельности имеется расхождение. Субъективно состояние когнитивного диссонанса обычно переживается человеком как дискомфорт, и он стремится как можно скорее от него избавиться. Выход из состояния когнитивного диссонанса может быть двояким: или изменить когнитивные ожидания и планы таким образом, чтобы они соответствовали реально полученному результату, или попытаться получить новый результат, который бы согласовывался с прежними ожиданиями.** В современной психологии теория когнитивного диссонанса нередко используется для того, чтобы объяснить поступки человека, его действия в различных социальных ситуациях. Эмоции же рассматриваются в качестве основного мотива соответствующих действий и поступков. Лежащим в их основе когнитивным факторам придается в детерминации поведения человека гораздо большая роль, чем органическим изменениям.

### **Кратко о чувствах**

Чувства - особая форма отражения действительности; они отражают отношение людей друг к другу, а также к объективному миру. Чувства человека, детерминируясь генетически, формируются обществом; они играют огромную роль в поведении, практической и познавательной деятельности человека. Являясь сигналами успешности или неуспешности выполнения деятельности, соответствия или несоответствия предметов и явлений потребностям и интересам человека, чувства тем самым занимают существенное место в регуляции деятельности людей.

Сфера чувств очень сложна для изучения, т.к. в ней гораздо более, чем в познавательной сфере выражено субъективное начало.

Свойства чувств характеризуются качественной определенностью, интенсивностью и длительностью, полярностью, активностью, сложностью, гармоничностью.

Особая ценность чувств для личности связана с их побудительной функцией. Научно несостоятельны и ущербны крайности: и отрицания радостей жизни (аскетизм), и абсолютизация роли наслаждения в жизни (гедонизм).

Чувства всегда подразумевают определенную внутреннюю работу по преобразованию психологического мира человека.

Созидающие, жизнеутверждающие, высоконравственные чувства личности - это не только нравственная основа подлинно человеческого образа жизни, но и важнейшие слагаемые психического и физического здоровья каждого из членов общества, залог его высокой жизненной устойчивости и подлинного, бескомпромиссного счастья.

### **Аспекты эмоций**

Одна из первых трудностей при описании эмоций заключается в том, что эмоция проявляется одновременно и во внутренних переживаниях, и в поведении, причем то и другое связано еще и с физиологической активацией.

*Внутренние переживания* субъективны, и единственный способ ознакомиться с ними - это спросить у субъекта, что он испытывает. Однако мы только что видели, как трудно передать словами то, что действительно чувствуешь.

Поведение на первый взгляд могло бы восприниматься как объективный факт. Но этот показатель не особенно надежен. Когда у человека на глазах слезы, нам бывает трудно понять, если мы не знаем их причину, - от радости они, от огорчения или от негодования.

К тому же выражение данной эмоции очень часто бывает связано с культурой, к которой принадлежит человек: например, насупленные брови или улыбка не обязательно воспринимаются однозначно на Востоке и на Западе.

Что касается физиологической активации, то только благодаря ей и тем резким изменениям, которые она вызывает в нервных процессах и во всем организме, человек способен испытывать эмоцию. Эту активацию можно измерять объективно при помощи полиграфа. Однако наши приборы еще слишком несовершенны, чтобы выявлять значения тонких изменений в различных проявлениях активации, таких, например, как потоотделение или учащенный ритм сердца.

Одни и те же проявления активации часто бывают симптомами совершенно разных чувств. Поэтому они мало пригодны для распознавания какой-то одной определенной эмоции. Именно в этом состоит одна из причин, по которым "детектор лжи" может использоваться лишь с большой осторожностью.

### **Терминологический аппарат**

Эмоции человека и механизмы их лингвистического обеспечения всегда были предметом научных изысканий. Целый ряд наук изучают этот психологический феномен: психология, физиология, социология, философия, этика, медицина, биохимия, лингвистика, литературоведение. Очевидно, многообразием позиций и подходов объясняется обилие и неупорядоченность терминологии в работах по проблеме эмоций. Как только не обозначают эту способность человека переживать, испытывать эмоции: психическая реальность, психическое состояние, внутреннее состояние, эмоциональная деятельность... Есть даже мнение, что эмоции и чувства - различные формы

отражения мира: "...чувства и эмоции являются различными ступенями развития эмоциональной сферы отражения действительности...". В то же время чувства, эмоции и даже ощущения так тесно связаны между собой, что не всегда дифференцируются и не имеют четких границ. Учитывая это и стремясь к единообразию терминологии, мы употребляем преимущественно термины "*эмоции*" и "*чувства*" как эквивалентные обозначения имеющих место в действительности психических состояний, переживаний, ощущений человека.

Механизмы языкового выражения эмоций говорящего и языкового обозначения, интерпретации эмоций как объективной сущности говорящего и слушающего принципиально различны. Можно говорить о языке описания эмоций и языке выражения эмоций.

На определенном этапе стало необходимо как-то разграничить лексику, в разной степени эмоционально заряженную, с целью исследования различной природы выражения эмоциональных смыслов. Появилось терминологическое разграничение: лексика эмоций и эмоциональная лексика. Выделение двух типов эмотивной лексики учитывает различную функциональную природу этих слов: лексика эмоций сориентирована на объективацию эмоций в языке, их инвентаризацию (номинативная функция), эмоциональная лексика приспособлена для выражения эмоций говорящего и эмоциональной оценки объекта речи (экспрессивная и прагматическая функции). Таким образом, лексика эмоций включает слова, предметно-логическое значение которых составляют понятия об эмоциях. К эмоциональной лексике относят эмоционально окрашенные слова, содержащие чувственный фон. Принимая во внимание различие природы эмотивной заряженности этих слов, надо учитывать, что лексика того и другого множества участвует в отображении эмоций человека. Она соотносится с миром эмоций и отображает этот мир, следовательно, правильнее будет слить эти два направления в одно. Л.Г. Бабенко предлагает, сохраняя за терминами "лексика эмоций" и "эмоциональная лексика" их традиционное осмысление, назвать совокупность обозначаемых ими средств эмотивной лексикой.

Основанием единой модели глобального описания всего множества эмотивной лексики может служить категория эмотивности. Эта категория пока имеет дискуссионный характер, терминологический аппарат также до конца не оформлен, но статус её как категории доказывается рядом исследований. Прежде всего раскрывается отличие эмотивности от эмоций: "На языковом уровне эмоции трансформируются в эмотивность, эмоции - психологическая категория, эмотивность - языковая".

Можно обнаружить узкое и широкое понимание эмотивности. Во втором случае эта категория охватывает все языковые средства отображения эмоций. Подобное осмысление категории эмотивности предполагает, что она объединяет семантически близкие языковые единицы разных уровней.

При рассмотрении категории эмотивности на материале лексики обычно встает и проблема эмотивного значения. Как показало изучение научной литературы по этому вопросу, трактовка эмотивного значения тесно связана с пониманием категории эмотивности. В связи с этим выделяется узкое понимание эмотивного значения, когда оно рассматривается как способ выражения эмоций

говорящего и охватывает собственно междометия и эмоционально окрашенную лексику. По нашему мнению, эмотивное значение - это значение (семема), в единой структуре которого содержится сема эмотивности того или иного ранга, т.е. это значение, в котором каким либо образом представлены (выражены или обозначены) эмотивные смыслы. Эти смыслы могут быть полностью равны лексическому значению слова (как у междометий), могут быть коннотативными (как у экспрессивов) или могут выходить в логико-предметную часть значения (эмотивы-номинативы).

Шаховский ввел в научный оборот понятие эмосемы, сущность которой так раскрывается в его концепции: "Это специфический вид сем, соотносимых с эмоциями говорящего и представленных в семантике слова как совокупность семантического признака "эмоция" и семных конкретизаторов "любовь", "презрение", "унижение" и др., список которых открыт и которые варьируют упомянутый семантический признак (спецификатор) в разных словах по-разному. Сема эмотивности может отображать эмоциональный процесс относительно любого лица: говорящего, слушающего или какого-либо третьего лица.

Мы рассматриваем языковые знаки, предметом отображения которых являются эмоции человека, и в дальнейшем для обозначения этого объекта, отображенного в слове, предлагаем пользоваться термином "эмотивный смысл", предложенным Л.Г. Бабенко. Эмоции и чувства - это сущности экстралингвистические; эмотивные смыслы - это их отображение в языке, компоненты лексической семантики. Эмотивные смыслы несут информацию об эмоциях человека, они предстают в содержании различных языковых и речевых единиц в виде специализированных семантических компонентов, свойственных этим единицам.

Традиционно в лингвистике выделяют два макрокомпонента в модели лексической семантики - денотацию и коннотацию. Некоторые исследователи выделяют три логико-предметный, эмотивный и функционально-стилистический; денотацию, коннотацию и образный компонент.

Денотация понимается как сфера значения, ориентированная на отражение объективной действительности (в противоположность коннотации, ориентированной на говорящее лицо и коммуникативную ситуацию). При таком понимании денотация полностью покрывает логико-предметную часть значения. В этом случае допускается, что денотатом слов могут быть и конкретные, реально существующие объекты и представления и понятия о свойствах, качествах, состояниях и др. Таким образом, денотация - часть лексической семантики, многокомпонентная, иерархически организованная, содержащая информацию о разнообразных фактах действительности, в том числе и информацию о человеческих эмоциях.

Коннотация - периферийная часть лексического значения, факультативная, содержащая информацию о личности говорящего, в том числе и о его эмоциональном состоянии, ситуации общения, характере отношения говорящего к собеседнику и предмету речи. В сфере коннотации выделяют различные компоненты - коннотаты, различающиеся функциональной направленностью (на внутренний мир человека, на язык и на внешнюю по отношению к языку

действительность) , в связи с чем их делят на основные типы: эмоциональный, оценочный, образный, экспрессивный.

Одной из задач является описание структуры лексико-семантического поля эмоций.

Лексическая система во всех опосредованиях её единиц наиболее полно и адекватно отражается в семантическом поле - лексической категории высшего порядка.

Семантическое поле (СП) - это иерархическая структура множества лексических единиц, объединенных общим (инвариантным) значением.

Лексические единицы включаются в определенное СП на основании того, что они содержат объединяющую их архисему, в нашем случае "эмоция" - для всех обозначений чувств и эмоций.

Поле характеризуется однородным понятийным содержанием своих единиц, поэтому его "строевыми элементами" обычно являются не слова, соотносимые своими значениями с разными понятиями, а лексико-семантические варианты.

Лексико-семантическим вариантом (ЛСВ) мы будем называть слово в одном из его значений, т.е. такой двусторонний языковой знак, который является единством звучания и значения, сохраняя тождество лексического значения в пределах присущей ему парадигмы и синтаксических функций.

В СП как таковое (в отличие от ЛСГ) входят слова (ЛСВ) разных частей речи. Поэтому единицам поля свойственны не только 1) синтагматические и 2) парадигматические, но и 3) ассоциативно-деривационные отношения.

Несмотря на большое разнообразие в организации СП и специфику каждого из них, можно говорить о некоторой принципиальной структуре СП, которая предполагает наличие его ядра, центра и периферии.

### **Биологическая и информационная теория эмоций**

Биологическая теория эмоций (П.К.Анохин) постулирует: положительные эмоции возникают в связи с достижением успешного результата и закрепляют поведенческий акт, приводящий к этому результату. Отрицательные эмоции тормозят неудачные поведенческие акты и направляют организм на поиск новых приспособительных действий.

Информационная теория эмоций (П.В.Симонов) утверждает: "Эмоция есть отражение мозгом силы потребности и вероятные познавательные результаты, которые выражаются в трех формах мышления.

Формами мышления являются: 1) суждение; 2) умозаключение; 3) понятие. Закономерности взаимоотношений между этими формами мышления изучает логика. Изучая формы мышления, логика отвлекается от конкретного содержания мыслей, заключенных в этих формах, она устанавливает общие законы и принципы достижения истинности тех знаний, которые выводятся из других достоверных знаний. Психология же изучает закономерности творческого мышления, приводящего к новым познавательным результатам, к открытию новых знаний.

По преимущественному содержанию мыслительная деятельность подразделяется на: 1) практическую; 2) художественную и 3) научную.

Структурной единицей практического мышления является действие, а коммуникативной единицей - сигнал.

В художественном мышлении структурной единицей является образ, а коммуникативной единицей - символ. В научном мышлении соответственно - понятие и знак.

Мыслительная деятельность может осуществляться посредством различных операционных процедур.

Алгоритмическое мышление осуществляется в соответствии с установленной последовательностью элементарных операций, необходимых для решения задач данного класса.

Эвристическое мышление - творческое решение нестандартных задач.

Дискурсивное мышление (рассудочное) - мышление, носящее рассудочный характер, основанное на системе умозаключений, имеющее последовательный ряд логических звеньев, каждое из которых определяется предыдущим и обуславливает последующее звено. Дискурсивное мышление приводит к выводному знанию.

В историческом развитии мышления и в развитии мышления ребенка различаются три сменяющие друг друга стадии - виды мышления: 1) наглядно-действенное (сенсомоторное) ; 2) наглядно-образное; 3) абстрактно-теоретическое.

Совершаясь по общим законам мышление различных людей отличается индивидуальными особенностями: степенью самостоятельности, критичности, последовательности, гибкости, глубины и быстроты, различным соотношением анализа и синтеза - аналитическое или синтетическое мышление индивида.

#### **Динамика чувств человека**

Проблему временного развития эмоциональных процессов впервые поставил и рассмотрел В. Вундт. Он считал, что это развитие заключается как в количественном, так и в качественном изменении эмоционального переживания. В учении Вундта отчетливо обозначено еще одно положение, касающееся динамики эмоциональных процессов - положение о слиянии, соединении, суммации отдельных эмоций в более сложные эмоциональные образования. Для многих теорий возможность соединения эмоций служит важнейшим принципом, объясняющим возникновение сложных эмоций из более простых. Так, сострадание объединяет соединением печали и любви, ревность - сложный аффект, состоящий одновременно из любви и ненависти к любимому лицу и зависти к тому, кого он любит. Вопрос об актуальной динамике эмоциональных явлений, о том, как они возникают, протекают, сменяют друг друга, угасая и вновь возникая, целесообразно рассматривать на конкретных примерах.

В выявлении и описании конкретных закономерностей порождения одних эмоций другими больше всего было сделано Б. Спинозой. Приводимый им материал показывает, что эмоциональные отношения, развивающиеся при различных обстоятельствах из некоторой исходной эмоции, в отдельных случаях могут быть весьма сложны и разнообразны. Так, субъект, охваченный любовью, сопереживает чувствам того, кого он любит. Вследствие такого сопереживания любовь может распространиться на другое лицо: того, кто причиняет предмете нашей любви удовольствие, мы будем тоже любить, а того, кто причиняет ему неудовольствие, мы будем ненавидеть. Одно из последствий любви заключается в том, что она порождает желание взаимности, которое, будучи

неудовлетворенным, вызывает неудовольствие. Если человек при этом считает, что его не любят не по его вине, то он будет охвачен чувством приниженности, если же он так не думает, он будет испытывать ненависть к тому, кого он полагает причиной получаемого от неразделенной любви неудовольствия.

Такой причиной может быть сам объект любви или, например, тот, кого он любит. В последнем случае возникает особый вид ненависти- ревность.

Эмоциональный процесс включает три основных компонента:

Первый- это эмоциональное возбуждение, определяющее мобилизационные сдвиги в организме, нарастает скорость и интенсивность протекания психических, моторных, вегетативных процессов. В отдельных случаях возбудимость может, напротив, уменьшиться.

Второй компонент- эмоциональный знак: положительное чувство возникает тогда, когда событие оценивается как позитивное, отрицательное- когда оно оценивается как негативное. Положительное чувство побуждает действия поддержки позитивного события, отрицательное- побуждает действия, направленные на устранение контакта с негативным событием.

Третий компонент- степень контроля чувств ( от полной ориентации и контроля за чувствами до полной дезориентированности и бесконтрольности). Особенности динамики чувств обусловлены объективно и субъективно. К объективным причинам относятся общие условия возникновения и существования психического; их раскрывают характеристики объекта, субъекта и их взаимодействия.

К субъективным причинам в собственном, узком смысле слова относится все, что касается внутреннего мира субъекта отражения: его темперамент, память, характер, способности и направленность, предшествующие впечатления.

### **Классификация чувств**

Многогранность чувств, их проявление на различных уровнях отражения и деятельности, способность к слиянию и сочетанию, их приспособительный характер исключают возможность простой линейной их классификации.

Чувства различаются по модальности, по интенсивности, продолжительности, глубине, осознанности, генетическому происхождению, сложности, условиям возникновения, выполняемым функциям, воздействию на организм, формы своего развития, по уровням проявления в строении психического ( высшие- низшие) , по психическим процессам, с которыми они связаны, по потребностям, по предметному содержанию и направленности, по особенностям их выражения, нервному субстрату.

Существующие классификационные схемы различаются соотношением своей теоретической и эмпирической обоснованности.

Наиболее распространенная классификация чувств выделяет отдельные их подвиды по видам деятельности, в которых они проявляются. Особую группу составляют высшие чувства, в которых заключено все богатство эмоциональных отношений человека к социальной действительности. К области нравственных чувств относится все то, что определяет отношение человека к социальным учреждениям, к государству, к определенному классу, к другим людям, к самому себе.

Познавательная деятельность порождает у человека познавательные или интеллектуальные чувства. Их предметом является как сам процесс приобретения знаний, так и его результат; вершиной интеллектуальных чувств является обобщенное чувство любви к истине. Среди высших чувств важное место занимают практические чувства, связанные с деятельностью: трудом, учением, спортом. К высшим чувствам относятся также эстетические чувства, предполагающие осознанную или неосознанную способность при восприятии явлений окружающей действительности руководствоваться понятиями прекрасного. Интеллектуальные, практические, эстетические чувства возникают в единстве с нравственными чувствами и обогащаются в связи с ними.

По степени обобщенности предметного содержания чувства подразделяются на конкретные (например, чувство к ребенку, произведению искусства), обобщенные (чувства к детям вообще, к музыке) и абстрактные (чувство справедливости, трагического).

Примером эмпирической классификации может служить различие десяти “фундаментальных” эмоций, выделенных на основе комплексного критерия, охватывающего их нервный субстрат, экспрессию и субъективное качество (К. Изард). К ним относят следующие: интерес-волнение, радость, удивление, горе-страдание, гнев, отвращение, презрение, страх, стыд, вина.

Эмоции (следовательно и чувства) можно классифицировать в зависимости от субъективной ценности возникаемых переживаний. Б. И. Додоновым выделены следующие виды подобных “ценных” эмоций: 1. альтруистические, 2. коммуникативные, 3. глорические, 4. практические, 5. пугнические, 6. романтические, 7. гностические, 8. эстетические, 9. гедонистические, 10. акизитивные.

Эмпирически на основе формы непосредственного переживания выделены такие чувства: счастье, самоуважение, любовь, стыд, чувство комического, юмор, ирония, чувство трагического, смятение, раскаяние, страх, обида.

Отсутствие исчерпывающей классификации чувств объясняется большим их разнообразием, а также их исторической изменчивостью.

### **Теория Джемса-Ланге**

Физические изменения при эмоциях так резко бросаются в глаза, что на роль их в эмоциях уже давно обратили внимание. Какое же значение они имеют? Обычно представляется такой порядок: внешнее раздражение вызывает психическую реакцию, например испуг, вследствие этого появляется вздрагивание “от испуга”, сердцебиение.

Ланге (1890), Джемс (1892) выдвинули теорию, что эмоции есть восприятие ощущений, вызванных изменениями в теле вследствие внешнего раздражения. Внешнее раздражение, служащее причиной возникновения аффекта, вызывает рефлекторные изменения в деятельности сердца, дыхания, в кровообращении, в тоне мышц. Вследствие этого во всем теле при эмоции испытываются разные ощущения, из которых и складывается переживание эмоций.

Обыкновенно говорят: мы потеряли близкого человека, огорчены, плачем; мы повстречали медведя, испугались, дрожим; мы оскорблены, приведены в ярость, наносим удары. А согласно теории Джемса-Ланге, порядок событий формулируется так: мы опечалены, потому что плачем; боимся, потому что

дрожим; приведены в ярость, потому что бьем. Если бы телесные проявления не следовали немедленно за восприятием, то, по их мнению, не было бы и эмоции. Если мы представим себе какую-нибудь эмоцию и мысленно вычтем из нее одно за другим все телесные ощущения, с ней связанные, то от нее в конце концов ничего не останется. Так, если из эмоции страх устранить сердцебиение, затрудненное дыхание, дрожь в руках и ногах, слабость в теле и т.д., то не будет и страха. Т.е. человеческая эмоция, лишенная всякой телесной подкладки, есть ни что иное как пустой звук.

Эмоции могут возникать без всякого воздействия на психику, под влиянием чисто химических и лекарственных воздействий. Известно, что вино "веселит сердце человека", вином можно "залить тоску", благодаря вину исчезает страх - "пьяному море по колено".

Мухомор вызывает припадки бешенства и склонность к насилию. Настой мухомора в старину давали воинам, чтобы привести их в "кровожадное состояние". Гашиш может вызывать припадки буйства.

Эмоции возникают также под влиянием внутренних причин в патологических случаях. При заболеваниях сердца и аорты появляется тоска. При многих заболеваниях появляются страх или радость без прямых объектов этих эмоций: больной боится, сам не зная чего, или счастлив без причины.

Эмоции выражаются мимикой лицевых мышц, движениями языка, восклицаниями и звуками.

### **Активационная теория эмоций Линдсея-Хебба**

Психологическая теория эмоций (так условно можно назвать концепции Джемса - Ланге и Кеннона - Барда) получила дальнейшее развитие под влиянием электрофизиологических исследований мозга. На ее базе возникла активационная теория Линдсея - Хебба. Согласно этой теории эмоциональные состояния определяются влиянием ретикулярной формации нижней части ствола головного мозга. Эмоции возникают вследствие нарушения и восстановления равновесия в соответствующих структурах центральной нервной системы. Активационная теория базируется на следующих основных положениях:

1. Электроэнцефалографическая картина работы мозга, возникающая при эмоциях, является выражением так называемого "комплекса активации", связанного с деятельностью ретикулярной формации.

2. Работа ретикулярной формации определяет многие динамические параметры эмоциональных состояний: их силу, продолжительность, изменчивость и ряд других.

Вслед за теориями, объясняющими взаимосвязь эмоциональных и органических процессов, появились теории, описывающие влияние эмоций на психику и поведение человека. Эмоции, как оказалось, регулируют деятельность, обнаруживая вполне определенное на нее влияние в зависимости от характера и интенсивности эмоционального переживания. Д.О. Хеббу удалось экспериментальным путем получить кривую, выражающую зависимость между уровнем эмоционального возбуждения человека и успешностью его практической деятельности.

Между эмоциональным возбуждением и эффективностью деятельности человека существует криволинейная, "колоколообразная" зависимость. Для

достижения наивысшего результата в деятельности нежелательны как слишком слабые, так и очень сильные эмоциональные возбуждения. Для каждого человека (а в целом и для всех людей) имеется оптимум эмоциональной возбудимости, обеспечивающий максимум эффективности в работе. Оптимальный уровень эмоционального возбуждения, в свою очередь, зависит от многих факторов: от особенностей выполняемой деятельности, от условий, в которых она протекает, от индивидуальности включенного в нее человека и от многого другого. Слишком слабая эмоциональная возбужденность не обеспечивает должной мотивации деятельности, а слишком сильная разрушает ее, дезорганизует и делает практически неуправляемой.

У человека в динамике эмоциональных процессов и состояний не меньшую роль, чем органические и физические воздействия, играют когнитивно - психологические факторы (когнитивные означает относящиеся к знаниям). В связи с этим были предложены новые концепции, объясняющие эмоции у человека динамическими особенностями когнитивных процессов.

### **Альтернатива к теории Джемса и Ланге**

Экспериментальные атаки на теорию Джемса - Ланге велись в двух направлениях: со стороны физиологических лабораторий и со стороны психологических лабораторий. Физиологические лаборатории сыграли по отношению к теории Джемса и Ланге предательскую роль, а точнее ее сыграла книга У. Кеннона.

Он одним из первых отметил тот факт, что телесные изменения, наблюдаемые при возникновении разных эмоциональных состояний, весьма похожи друг на друга и по разнообразию недостаточны для того, чтобы вполне удовлетворительно объяснить качественные различия в высших эмоциональных переживаниях человека. Внутренние органы, с изменениями состояний которых Джемс и Ланге связывали возникновение эмоциональных состояний, кроме того, представляют собой довольно малочувствительные структуры, которые очень медленно приходят в состояние возбуждения. Эмоции же обычно возникают и развиваются довольно быстро.

Самым сильным контраргументом Кеннона к теории Джемса - Ланге оказался следующий: искусственно вызываемое прекращение поступления органических сигналов в головной мозг не предотвращает возникновение эмоций. Положения Кеннона были развиты П. Бардом, который показал, что на самом деле и телесные изменения, и эмоциональные переживания, связанные с ними, возникают почти одновременно.

В более поздних исследованиях обнаружилось, что из всех структур головного мозга собственно с эмоциями более всего функционально связан даже не сам таламус, а гипоталамус и центральные части лимбической системы. В экспериментах, проведенных на животных, было установлено, что электрическими воздействиями на эти структуры можно управлять эмоциональными состояниями, такими, как гнев, страх.

### **Когнитивно - физиологическая теория С. Шехтер**

К тому, что было сказано об условиях и факторах возникновения эмоций и их динамики У. Джемсом, К. Ланге, У. Кенноном, П. Бардом, Д. Хеббом и Л. Фестингером, свою лепту внес С. Шехтер. Он и его соавторы предположили, что

эмоции возникают на основе физиологического возбуждения и когнитивной оценки. Некоторое событие или ситуация вызывают физиологическое возбуждение, и у индивида возникает необходимость оценить содержание ситуации, которая это возбуждение вызвала. Тип или качество эмоции, испытываемой индивидом, зависит не от ощущения, возникающего при физиологическом возбуждении, а от того, как индивид оценивает ситуацию, в которой это происходит. Оценка ситуации дает возможность индивиду назвать испытываемое ощущение возбуждения радостью или гневом, страхом или отвращением или любой другой подходящей к ситуации эмоцией. По Шехтеру, то же самое физиологическое возбуждение может испытываться, как радость или как гнев (или любая другая эмоция) в зависимости от трактовки ситуации.

Он показал, что немалый вклад в эмоциональные процессы вносят память и мотивация человека. Концепция эмоций, предложенная С. Шехтером, получила название когнитивно - физиологической.

В одном из экспериментов, направленном на доказательство высказанных положений когнитивной теории эмоций, людям давали в качестве "лекарства" физиологически нейтральный раствор в сопровождении различных инструкций. В одном случае им говорили о том, что данное "лекарство" должно будет вызвать у них состояние эйфории, в другом - состояние гнева. После принятия соответствующего "лекарства" испытуемых через некоторое время, когда оно по инструкции должно было начать действовать, спрашивали, что они ощущают. Оказалось, что те эмоциональные переживания, о которых они рассказывали, соответствовали ожидаемым по данной им инструкции.

Было показано также, что характер и интенсивность эмоциональных переживаний человека в той или иной ситуации зависят от того, как их переживают другие, рядом находящиеся люди. Это значит, что эмоциональные состояния могут передаваться от человека к человеку, причем у человека в отличие от животных качество коммуницируемых переживаний зависит от его личного отношения к тому, кому он сопереживает.

### **Теория когнитивного диссонанса Л. Фестингера**

Одной из первых подобных теорий явилась теория *когнитивного диссонанса* Л. Фестингера. Согласно ей положительное эмоциональное переживание возникает у человека тогда, когда его ожидания подтверждаются, а когнитивные представления воплощаются в жизнь, т.е. когда реальные результаты деятельности соответствуют намеченным, согласуются с ними, или, что то же самое, находятся в консонансе. Отрицательные эмоции возникают и усиливаются в тех случаях, когда между ожидаемыми и действительными результатами деятельности имеется расхождение, несоответствие или диссонанс. Субъективно состояние когнитивного диссонанса обычно переживается человеком как дискомфорт, и он стремится как можно скорее от него избавиться. Выход из состояния когнитивного диссонанса может быть двояким: или изменить когнитивные ожидания и планы таким образом, чтобы они соответствовали реально полученному результату, или попытаться получить новый результат, который бы согласовывался с прежними ожиданиями.

В современной психологии теория когнитивного диссонанса нередко используется для того, чтобы объяснить поступки человека, его действия в

различных социальных ситуациях. Эмоции же рассматриваются в качестве основного мотива соответствующих действий и поступков. Лежащим в их основе когнитивным факторам придается в детерминации поведения человека гораздо большая роль, чем органическим изменениям.

Доминирующая когнитивистская ориентация современных психологических исследований привела к тому, что в качестве эмоциогенных факторов стали рассматривать также и сознательные оценки, которые человек дает ситуации. Полагают, что такие оценки непосредственно влияют на характер эмоционального переживания.

### **Теория эмоций Альфреда Адлера**

Адлер, посвятивший многолетний труд изучению развития эмоций, формирующихся под воздействием буржуазной социальной среды, создал свою теорию их возникновения, которая вкратце сводится к следующему.

Отдельные явления в жизни человека нельзя рассматривать изолированно, как самостоятельные, замкнутые в себе части нераздельного целого, проводя линию через факты из отдельных пунктов жизни человека.

По Адлеру движущей силой психики является стремление к превосходству, вытекающее из чувства самосохранения.

### **Теория эмоций Чарльза Дарвина**

В 1872 г. Ч. Дарвин опубликовал книгу "Выражение эмоций у человека и животных", которая явилась поворотным пунктом в понимании связи биологических и психологических явлений, в частности, организма и эмоций. В ней было доказано, что эволюционный принцип применим не только к биофизическому, но и психолого-поведенческому развитию живого, что между поведением животного и человека непроходимой пропасти не существует. Дарвин показал, что во внешнем выражении разных эмоциональных состояний, в экспрессивно-телесных движениях много общего у антропоидов и слепорожденных детей. Эти наблюдения легли в основу теории эмоций, которая получила название *эволюционной*. Эмоции согласно этой теории появились в процессе эволюции живых существ как жизненно важные приспособительные механизмы, способствующие адаптации организма к условиям и ситуациям его жизни. Телесные изменения, сопровождающие различные эмоциональные состояния, в частности, связанные с соответствующими эмоциями движения, по Дарвину, есть не что иное, как рудименты реальных приспособительных реакций организма. И действительно, общность эмоциональных выражений человека и, во всяком случае высших животных, стоящих наиболее близко к человеку, настолько очевидна, что не поддается никакому оспариванию.

### **Формула эмоций Симонова**

ЭМОЦИЯ=НЕОБХОДИМАЯ ИНФОРМАЦИЯ-ИМЕЮЩАЯСЯ ИНФОРМАЦИЯ.

Эта формула позволяет понять, что отрицательные эмоции возникают, когда субъект располагает недостаточным количеством информации, а положительные - когда информация оказывается в избытке.

Это становится особенно очевидным в случае эмоций, связанных с удовлетворением какой-либо потребности. Если голод толкает человека к буфету, где он может найти кусок пирога, который он сам туда положил, то понятно, что

от этой "находки", очевидно, не возникает никаких эмоций. Все будет совсем иначе, если вдруг, вопреки ожиданию, окажется, что пирог исчез, или же напротив, в буфете обнаружится целый пирог, кем-то туда положенный вместо одного кусочка. Точно так же можно объяснить отвращение к какому-то блюду, вкус которого оказался хуже, чем ожидалось.

Такой процесс можно наблюдать в случае гнева ребенка, которому не дали требуемую конфету. Вероятность такой эмоции тем больше, чем менее убедительным будет объяснение причины, по которой конфета не была дана.

Боязнь крыс у студентов-психологов, которым предстоит впервые столкнуться с этими животными при проведении эксперимента, тоже можно объяснить при помощи этой схемы. Боязнь будет существовать до тех пор, пока число рациональных сигналов (уверенность в отсутствии опасности, предосторожности лица, ответственного за виварий, и т.д.) не достигнет и не превзойдет количество необходимых сигналов после первых опытов, проведенных самими студентами. Точно так же безобидный уж, переползая через дорогу, у наивного прохожего вызывает страх, а у зоолога, изучающего рептилий, он вызовет радость.

Итак, отрицательные эмоции возникают чаще всего из-за неприятной информации и особенно при недостаточной информации; что касается положительных эмоций, то они возникают при получении достаточной информации, особенно тогда, когда она оказалась лучше ожидаемой.

### **Эмоции, эволюция и интеллект**

Эмоции имеют важнейшее значение для живых существ, так как служат средством мобилизации организма, позволяющим преодолевать двойственные и неожиданные ситуации.

Легко заметить, чем выше мы поднимаемся по эволюционной лестнице, тем больше стереотипные эмоциональные реакции, свойственные низшим животным, уступают место сложным и разнообразным формам поведения. Так, у приматов, и особенно у людей, эмоциональные проявления принимают бесчисленное множество оттенков; при этом разнообразие их увеличивается с возрастом и с обогащением жизненного опыта.

Кроме того эмоциональная реакция зависит от умственного развития. В самом деле, очевидно, что чем выше этот уровень, тем легче индивидуум может понять причину несоответствия между тем, с чем столкнулся, и тем, чего ожидал, и благодаря этому уменьшить свою эмоциональную реакцию. Однако этот контроль, зависящий от умственного развития и позволяющий влиять на проявление собственных эмоций, не всегда бывает постоянным. Лишь немногие способны при любых обстоятельствах сохранять невозмутимое спокойствие. Чаще всего их поведение связано с социальным контекстом, в котором возникает данная ситуация. Человек может вести себя чрезвычайно деликатно в одной обстановке и, напротив, постоянно "срываться" в другой. Ситуация как будто такая же, но восприятие общего контекста делает ее совсем иной. Жена служащего, который вынужден весь день улыбаться, или дети учительницы, всегда сдержанной и спокойной в классе, увы, знают это на собственном опыте.

### **Эмоциональная регуляция деятельности**

#### **Понятие эмоций**

**Эмоции - психический процесс импульсивной регуляции поведения, основанный на чувственном отражении значимости внешних воздействий.**

Неожиданно оказавшись вблизи пропасти, мы испытываем эмоцию страха.

Под влиянием этого опасения мы отходим в безопасную зону. Сама по себе эта ситуация еще не причинила нам вреда, но через наше чувство она отразилась как угрожающая нашему самосохранению. Сигнализируя о непосредственном положительном или отрицательном значении различных явлений, эмоции рефлекторно регулируют наше поведение, побуждают или тормозят наши действия.

Эмоция - это общая, генерализованная реакция организма на жизненно значимые воздействия (от лат. "emoveo" - волну).

**Эмоции регулируют психическую активность не специфично, а через соответствующие общие психические состояния, влияя на протекание всех психических процессов.**

Особенностью эмоций является их интегрированность - возникая при соответствующих эмоциогенных воздействиях, эмоции захватывают весь организм, объединяют все его функции в соответствующий генерализованный стереотипный поведенческий акт.

**Эмоции являются приспособительным продуктом эволюции - это эволюционно-обобщенные способы поведения в типичных ситуациях.** "Именно благодаря эмоциям организм оказывается чрезвычайно выгодно приспособленным к окружающим условиям, поскольку он, даже не определяя форму, тип, механизм и другие параметры воздействия, может со спасительной быстротой отреагировать на него определенным эмоциональным состоянием, сведя его, так сказать, к общему биологическому знаменателю, т.е. определить, полезно или вредно для него данное конкретное воздействие".

Эмоции возникают в ответ на ключевые для удовлетворения определенной потребности особенности предметов. Отдельные биологически значимые свойства предметов и ситуаций вызывают эмоциональный тон ощущений. Они сигнализируют о встрече организма с искомым или опасным свойством предметов. Эмоции и чувства это субъективное отношение к предметам и явлениям, возникающее в результате отражения их непосредственной связи с актуализированными потребностями.

**Все эмоции предметно соотнесены и двухвалентны - они или положительные, или отрицательные (потому что предметы либо удовлетворяют, либо не удовлетворяют соответствующие потребности). Эмоции побуждают к стереотипным формам поведения. Однако особенности человеческих эмоций определяются общим законом психического развития человека - высшие образования, высшие психические функции, формируясь на основе низших функций, перестраивают их. Эмоционально-оценочная деятельность человека неразрывно связана с его понятийно-оценочной сферой. И эта сфера сама влияет на эмоциональное состояние человека.**

Сознательная, рациональная регуляция поведения, с одной стороны, побуждается эмоциями, но, с другой стороны, она противостоит текущим эмоциям. Все волевые действия совершаются вопреки сильным конкурирующим

эмоциям. Человек действует, преодолевая боль, жажду, голод и все-возможные влечения.

Однако чем ниже уровень сознательной регуляции, тем большую свободу получают эмоционально-импульсивные действия. Эти действия не имеют сознательной мотивации, цели этих действий также не формируются сознанием, а однозначно предопределяются характером самого воздействия (например, импульсивное отстранение от падающего на нас предмета).

Эмоции доминируют там, где недостаточна сознательная регуляция поведения: при дефиците информации для сознательного построения действий, при недостаточности фонда сознательных способов поведения. Но это не значит, что чем сознательнее действие, тем меньшую значимость имеют эмоции. Даже мыслительные действия организуются на эмоциональной основе.

В сознательных действиях эмоции обеспечивают их энергетический потенциал и усиливают то направление действия, результативность которого наиболее вероятна. Допуская большую свободу сознательного выбора целей, эмоции определяют основные направления жизнедеятельности человека.

Положительные эмоции, постоянно сочетаясь с удовлетворением потребностей, сами становятся настоящей потребностью. Человек стремится к положительным эмоциям. Лишение эмоциональных воздействий дезорганизует психику человека, а длительное лишение положительных эмоциональных воздействий в детстве может привести к отрицательным деформациям личности.

Замещающая потребности, эмоции сами по себе являются во многих случаях побуждением к действию, фактором мотивации.

Различаются низшие эмоции, связанные с безусловно-рефлекторной деятельностью, основанные на инстинктах и являющиеся их выражением (эмоции голода, жажды, страха, эгоизма и т.п.), и высшие, подлинно человеческие эмоции - чувства.

Чувства связаны с удовлетворением социально выработанных потребностей. Чувство долга, любви, товарищества, стыда, любознательности и т.п. формируются у человека по мере его включения в социальные связи, т.е. по мере становления индивидуума как личности. Переживая те или иные чувства, человек оперирует исторически выработанными нравственными и эстетическими понятиями ("добро", "зло", "справедливость", "прекрасное", "безобразное" и т.д.),

Таким образом, чувства в большей мере, чем эмоции, связаны со второй сигнальной системой. Эмоции ситуативно обусловлены, чувства могут быть длительными и устойчивыми. Наиболее устойчивые чувства являются свойствами личности (честность, гуманность и т.п.).

Когда субъект не обладает достаточной информацией для объективного понимания события, у него более вероятна отрицательная эмоция. Иногда полученная информация сама несет эмоциональный заряд, так как вызывает болезненное или драматическое воспоминание о пережитом раньше. Это может еще больше усилить эмоцию, возникающую от новой ситуации, с которой человек сталкивается.

Это было показано в эксперименте Спайсмана и его коллег. Эксперимент заключался в следующем: четыре группам испытуемых показывали фильм о том, как в каком-то австралийском племени осуществляют *надрезание* подростков во время церемонии посвящения. Операция состоит в том, что острым камнем надрезают поверхность пениса по всей его длине, а подростка в это время крепко держат четыре взрослых человека.

Все четыре показа этого фильма производились по разному: первая группа смотрела документальную картину без звукового сопровождения; вторая группа прослушивала комментарий, произносимый патетическим тоном, где подчеркивалась жестокость и травматичность подобной практики; третьей группе предлагали комментарий, в котором, напротив, делался упор на обычность сцены и незначительность причиняемой травмы; Демонстрация фильма для четвертой группы сопровождалась нейтральным комментарием, где как можно более объективно описывались детали различных фаз данной практики.

Сделав анализ записей сердечного ритма и психогальванической реакции испытуемых, исследователи отметили, что наименьшая эмоциональная реакция наблюдалась в двух последних группах. Напротив, относительно сильной была эмоциональная реакция в группе, получившей только зрительную информацию, а самой сильной - у испытуемых, прослушавших эмоционально заряженный комментарий.

Результаты подобного эксперимента можно сравнить с реакцией ребенка, впервые идущего в детский сад, в зубокабинет или в кабинет врача-терапевта: его поведение - будет ли он кричать, лишь немного бояться или перенесет все спокойно - очень часто зависит от количества и характера информации, которую он получил раньше.

Но, с другой стороны, во время проведения кампании гуманитарной помощи именно из этих соображений так важно делать особенно выразительный акцент на драматические обстоятельства, в которых находятся жители некоторых областей земного шара: это нужно противопоставить "притуплению чувств" из-за перегрузки "объективными" сообщениями в обычных информационных передачах. Известно также что эмоции, возникающие во время этих кампаний, длятся очень недолго, и если телезритель не окажет денежную помощь сразу, то надежда на этот акт милосердия будет уменьшаться, так как эмоция со временем угасает.

Из-за постоянного несоответствия действительности текущим потребностям живые существа отдают предпочтение тем ситуациям, в которых, судя по имеющейся информации, удовлетворение потребности наиболее вероятно. Кроме того, необходимо отметить, что положительная эмоция чаще возникает от уверенности в том, что потребность может быть удовлетворена, чем от самого ее удовлетворения. Действительно, стоит только удовлетворить потребность, как эмоция быстро забывается.

Почему же мы, столкнувшись с неожиданностью или с ситуацией, возникшей в результате какой-то потребности, чаще испытываем гнев, чем разочарование, чаще отвращение, чем страх, чаще любовь, чем удовольствие? По-видимому, силы наших эмоций и направленность, которую они приобретают,

тесно связана с уровнем активации, на котором мы находимся, и с тем, как мы воспринимаем ситуацию в целом.

*Контрольные вопросы:*

1. *Каково значение реакций внутренних органов (сердца, органов дыхания и т.д.), сопровождающих эмоции?*
2. *Эмоциональные реакции.*
3. *Эмоциональные состояния.*
4. *Эмоциональные отношения (чувства).*
5. *Какова роль мимики при выражении различных эмоций?*
6. *При помощи каких способов и приемов человек может управлять проявлениями своих эмоций и избегать стрессовых ситуаций?*
7. *Примеры роли положительных и отрицательных переживаний.*
8. *Каким образом связаны эмоции и деятельность человека?*
9. *Как связаны чувства с познавательными процессами?*
10. *Как взаимодействуют эмоции, сознание и воля человека?*
11. *Каково биологическое значение эмоций?*
12. *Как возникают эмоции?*
13. *Каковы внешние проявления эмоций?*

*Литература*

1. Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И., Гайворонский А.И. Анатомия и физиология человека. – М.: «Академия», 2011.
2. Миловзорова М. С. Анатомия и физиология человека. М: Медицина, 1972.
3. Федюкович Н.И. Анатомия и физиология человека. Ростов-на-Дону: «Феникс», 2009.

## **Тема 15: Психофизиологические качества человека: воля, внимание. Психология деятельности.**

*План:*

1. *Воля.*
2. *Внимание.*
3. *Психология деятельности.*

### **Воля.**

В процессе эволюции нервная система становится не только органом отражения окружающей действительности и состояний животных и человека, но и органом их реагирования на внешние раздражители и жизнедеятельностью, поведением. Это управление осуществляется двумя механизмами – произвольным и произвольным.

Непроизвольное управление осуществляется с помощью безусловных и условных рефлексов. Непроизвольным оно называется потому, что осуществляется без намерений человека и часто даже вопреки им. Человек и животные выступают при таком управлении в роли автомата: появился сигнал (раздражитель) – тут же на него возникает и строго предопределенная ответная реакция.

Если бы у человека использовались только механизмы непроизвольного управления, он был бы полностью зависим от внешней ситуации, был бы пассивной стороной в его взаимодействии с природой, действовал бы только по принципу «стимул – реакция» (сигнал – ответ).

Поэтому наряду с непроизвольными механизмами реагирования сформировался механизм произвольного управления поведением и деятельностью человека.

Вследствие этого в чистом виде безусловные и условные рефлексы проявляются у человека редко. большей частью они используются как строительный материал для организации более сложных поведенческих актов. Эти сложные акты связаны с произвольным управлением.

Отличие произвольного механизма управления от непроизвольного состоит в том, что психические процессы актуализируются не внешними, а внутренними сознательными стимулами, исходящими из принятого самим человеком решения (даже если поведение спровоцировано внешним раздражителем). И именно этот механизм назван волевым (произвольным), т. е., во-первых, происходящим от сознательных решений и побуждений (мотивов), кажущихся часто *вольными*, независимыми от внешних обстоятельств, происходящими от желаний самого человека, и, во-вторых, проявляемым в сознательных (волевых) импульсах и усилиях.

Проблема воли, произвольной и волевой регуляции поведения и деятельности человека давно занимает умы ученых, вызывая острые споры и дискуссии. Еще в древней Греции обозначились две точки зрения на понимание воли: аффективная и интеллектуалистическая. Платон понимал волю как некую способность души, определяющую и побуждающую активность человека. Аристотель связывал волю с разумом. Он употребил этот термин с целью

обозначения *определенного класса* действий и поступков человека, а именно тех, которые детерминируются не потребностями, желаниями, а пониманием нужности, необходимости, г. е. *сознательных* поступков и действий или стремлений, опосредованных размышлением. Аристотель говорил о произвольных движениях, чтобы отделить их от непроизвольных, осуществляющихся без размышления. К произвольным действиям он относил те, о которых «мы заранее совещались с собою».

С давних времен четко обозначились два противоположных направления. Одно направление связано со свободой воли, свободой выбора, независимого от внешних обстоятельств, другое – с детерминизмом, с внешней обусловленностью поведения человека, превратившего человека в автомат.

В попытке объяснить механизмы поведения человека в рамках проблемы воли возникло направление, получившее в 1883 г. с легкой руки немецкого социолога Ф. Тенниса название «волюнтаризм» и признающее волю особой, надприродной силой. Согласно волюнтаризму волевые акты ничем не определяются, но сами определяют ход психических процессов. Формирование этого, по существу философского, направления в изучении воли связано с ранними работами А. Шопенгауэра, с трудами Э. Гартмана, И. Канта. Таким образом, в крайнем своем выражении волюнтаризм противопоставил волевое начало объективным законам природы и общества, утверждал независимость человеческой воли от окружающей действительности.

Против такого объяснения поведения человека и понимания воли выступали многие философы и психологи. В частности, еще Спиноза отрицал беспричинное поведение, поскольку сама «воля, как и все остальное, нуждается в причине». Противники волюнтаризма утверждали, что свобода воли означает не что иное, как возможность принимать решение со знанием дела. Причем это решение касается и подавления побуждений, а не только инициации действий.

В отличие от волюнтаризма И. М. Сеченовым в его классической работе «Рефлексы головного мозга» было обосновано положение, что волевое поведение детерминировано и произвольно. Ученый показал, что произвольная деятельность начинается чувственным возбуждением, за которым следует психический акт, заканчивающийся мышечным сокращением и движениями человека.

Таким образом, И. М. Сеченов выделил в произвольности не только физиологические механизмы, но и психологические. Произвольное поведение человека, по Сеченову, хотя и рефлекторно, но рефлекс в его понимании имеет существенные отличия от традиционного для того времени понимания. Под «мозговой машиной» ученый понимал не простое передаточное устройство внешнего раздражителя на двигательные снаряды, а механизм, снабженный несколькими центрально-нервными придатками, от деятельности которых зависит конечный эффект внешнего импульса, т. е. поведение человека: тормозные центры, центры эмоций, память на прежние воздействия.

К сожалению, при дальнейшем развитии рефлекторной теории И. П. Павловым многое из взглядов И. М. Сеченова на произвольность поведения было утеряно, в частности – психологические механизмы. Произвольная регуляция была отождествлена с условно-рефлекторной, и поведение человека, не говоря уже о поведении животных, во многом стало опять машинообразным.

Рефлекторный подход к воле можно обозначить как первое направление в материалистическом изучении воли.

Второе направление сводит волю к произвольной мотивации. И это не случайно. Вопрос о сущности воли с самого начала его изучения оказался тесно связанным с объяснением причин (детерминации) активности человека. Изучая волю, ученые неизбежно затрагивали вопросы мотивации, а изучая мотивацию – неизбежно касались и волевой регуляции. Изучая и то и другое направление, психологи обсуждают, по существу, одну и ту же проблему – механизмы сознательного целесообразного поведения.

К. Н. Корнилов подчеркивал, что в основе волевых действий всегда лежит мотив. О влечениях, желаниях и хотениях человека в связи с вопросом о воле и волевых актах рассуждал в своих работах и другой крупный отечественный психолог – Н. Н. Ланге. Для него хотение – это деятельная воля.

Связывал волю с мотивацией и Л. С. Выготский. Он писал, что свобода воли не есть свобода от мотивов. Свободный выбор человека между двумя возможностями определяется не извне, а изнутри самим человеком. Он поставил вопрос о том, что изменение смысла действия меняет и побуждение к нему (идея, позднее развитая А. Н. Леонтьевым в «смыслообразующих мотивах»).

Серьезное обоснование мотивационного процесса как волевого дал С. Л. Рубинштейн. Вся первая часть его главы о воле – «Природа воли» – есть не что иное, как изложение различных аспектов мотивации. Рубинштейн писал, что зачатки воли заключены уже в потребностях как исходных побуждениях человека к действию, однако несмотря на то, что в своих первоначальных истоках волевое действие связано с потребностями человека, оно никогда не вытекает, непосредственно из них. Волевое действие всегда опосредовано более или менее сложной работой сознания – осознанием побуждений к действию как мотивов и его результата как цели.

Связь мотивации и воли рассматривалась в работах грузинской психологической школы (Д. Н. Узнадзе, Ш. Н. Чхартишвили) и московских психологов (К. М. Гуревич, А. Н. Леонтьев, Л. И. Божович). Например, А. Н. Леонтьев рассматривал развитие произвольного поведения в связи с развитием и дифференциацией мотивационной сферы. В последнее время воля как произвольная мотивация рассматривается В. А. Иванниковым.

Спецификой подхода грузинских психологов является то, что волю они рассматривают как один из побудительных механизмов наряду с актуально переживаемой потребностью. Так, Д. Н. Узнадзе пишет, что при волевом управлении источником деятельности или поведения является не импульс актуальной потребности, а нечто совершенно иное, что иногда даже противоречит потребности. Побуждение к любому действию он связывает с наличием установки к действию (намерением). Эта установка, возникающая в момент принятия решения и лежащая в основе волевого поведения, создается воображаемой или мыслимой ситуацией. За волевыми установками скрываются потребности человека, которые хотя и не переживаются в данный момент, но лежат в основе решения о действии, в котором также участвуют процессы воображения и мышления.

Третье направление связано с пониманием воли только как механизма преодоления трудностей и препятствий (А. Ц. Пуни, П. А. Рудик). К этой же точке зрения можно отнести и взгляды на волю П. В. Симонова, понимающего волю как *потребность преодоления препятствий*. Но если волевое поведение связано только с преодолением трудностей, то как назвать сознательную регуляцию и сознательное поведение, которые не связаны с трудностями? Почему тогда эту регуляцию тоже называют волевой, произвольной?

Это направление, по существу, понимает волю как «силу воли» (отсюда и характеристики человека как волевого или безвольного). В этом случае воля и мотивация отрываются друг от друга. Последнее приводит к тому, что мотивация и воля в большинстве случаев изучаются как самостоятельные проблемы и в качестве побудителей и регуляторов деятельности рассматриваются как *рядоположные* психические феномены. Если мотивационное направление понимания сущности воли пренебрегает изучением волевых качеств (поскольку «сила воли» заменяется силой мотива, потребности), то это направление практически исключает мотивацию из волевой активности человека (поскольку вся воля сведена к проявлению волевого усилия).

Сведение воли к «силе воли», ее отрыв от мотивации даже терминологически не очень понятны. Ведь воля не потому называется волей, что проявляется в волевых качествах, а волевые качества называются так потому, что они реализуют волю, потому что они произвольно, *сознательно* проявляются, т. е. по воле (по желанию и приказу) самого человека. Следовательно, семантически волевые качества являются производными от слова «воля», а не слово «воля» происходит от понятия «волевые качества».

Четвертое направление, присущее психологии и физиологии, сводит волю к речевым самоприказам, к саморегуляции с участием второй сигнальной системы, к условным рефлексам по словесному сигналу.

**Отрицание воли.** Различное понимание воли, а главное – трудность ее объективного изучения (вне активности человека она не проявляется и ее так же невозможно выделить в чистом виде из прочих психологических феноменов, как и внимание) привели к тому, что многие авторы сомневаются в реальном ее существовании и полагают, что под этим термином скрываются различные и отнюдь не «волевые» психологические феномены, по мере изучения которых они все больше выпадают из «волевой обоймы» (В. А. Иванников).

В. А. Иванников считает это понятие чисто описательным и в большей мере житейским, чем научным. Воля, с его точки зрения, является теоретическим допущением и не более.

Понять, что такое воля, можно только соединив разные точки зрения, абсолютизирующие каждую из упомянутых сторон воли. *Изложенные выше подходы к пониманию сущности воли отражают различные ее стороны, обозначают различные ее функции, а не противоречат друг другу.* В самом деле, воля связана с сознательной целеустремленностью человека, с преднамеренностью его поступков и действий, т. е. с мотивацией; она связана с самоинициацией действий и их самоорганизацией (отсюда и впечатление о свободе своих поступков и действий, кажущаяся их независимость от внешних условий, других людей). С другой стороны, наиболее яркое проявление воли

наблюдается при преодолении трудностей, отсюда и мнение, что воля нужна только для этих случаев. В действительности же волевое (или, другими словами, произвольное) управление включает и то и другое.

Поэтому понимание воли возможно только на основе учета ее *полифункциональности* и как механизма *сознательного и преднамеренного* управления человеком своим поведением. В связи с этим более правильным представляется рассматривать волю не как мотивацию (а точнее – не только как мотивацию), но мотивацию *как существенную часть произвольного управления*. Мотивация составляет с волей единое целое, так как без мотивации нет воли, но функция воли не сводится только к побуждению активности человека.

Трудно сказать, по какой причине, но в психологии утвердилось понятие «психическая регуляция», а не «психическое управление». Поэтому, очевидно, и о воле в большинстве случаев психологи говорят как о произвольной, или *волевой регуляции*. Однако *волевая регуляция не тождественна произвольному управлению*. В теории кибернетики управление и регуляция соотносятся друг с другом как целое с частью. Под управлением принято понимать осуществление воздействий, выбранных из множества возможных на основании определенной информации и направленных на достижение цели. Характеризуя процесс управления, обычно выделяют следующие стадии: сбор и обработка информации, принятие решения, реализация решения и контроль. Под прямым регулированием понимается приведение чего-либо в соответствие с установленными нормами, правилами, параметрами функционирования в случае отклонения от них. Регулирование – это блокирование возмущающих воздействий. Это механизм стабилизации состояния системы, ее функционирования.

Очевидно, что управлению соответствует воля в широком понимании – то, что называют *произвольной регуляцией*, а регуляции – узкое понимание воли как проявление «силы воли», волевых качеств, используемых для удержания поведения человека в пределах норм, правил, необходимых параметров функционирования при наличии препятствий, затруднений.

*Произвольное управление*, являясь более общим феноменом, организует *произвольное поведение* (включая и волевое поведение), реализуемое через *произвольные действия*, т. е. мотивированные (сознательные, преднамеренные). *Волевая регуляция*, являясь разновидностью произвольного управления, реализуется через разновидность произвольных действий – *волевые действия*, при которых возрастает роль волевых усилий и которые характеризуют волевое поведение.

## **ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ВОЛЕВОГО АКТА**

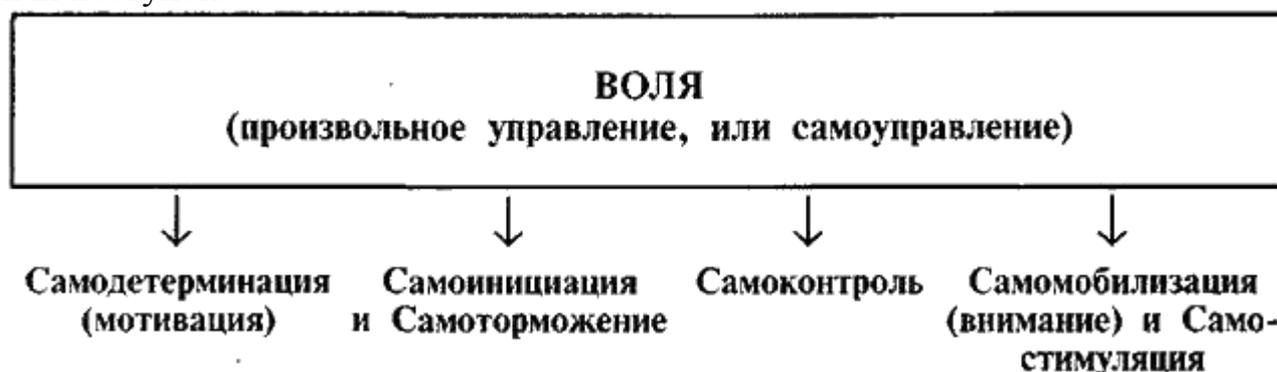
Многие психологи понимают волевой акт как сложную функциональную систему. Так, Г. И. Челпанов в волевом акте выделял три элемента: желание, стремление и усилие. Л. С. Выготский в волевом действии выделял два отдельных процесса: первый соответствует решению, замыканию новой мозговой связи, созданию особого функционального аппарата; второй, исполнительный, заключается в работе созданного аппарата, в действии по инструкции, в

выполнении решения. Многокомпонентность и полифункциональность волевого акта отмечается и В. И. Селивановым.

Исходя из рассмотрения воли как произвольного управления последнее должно включать в себя самодетерминацию, самоинициацию, самоконтроль и самостимуляцию (см. рис. ).

**Самодетерминация (мотивация).** Детерминация – это обусловленность поведения человека и животных какой-либо причиной. Непроизвольное поведение животных, как и произвольные реакции человека, детерминированы, т. е. обусловлены какой-либо причиной (чаще всего – внешним сигналом, раздражителем). При произвольном поведении конечная причина действия, поступка находится в самом человеке. Именно он принимает решение реагировать или нет на тот или иной внешний или внутренний сигнал. Однако принятие решения (самодетерминация) во многих случаях является сложным психическим процессом, который называется мотивацией.

*Мотивация* – это процесс формирования и обоснования намерения что-то сделать или не сделать. Сформированное основание своего поступка, действия называется *мотивом*. Чтобы понять поступок человека, мы часто задаемся вопросом – а каким мотивом руководствовался человек, совершая этот поступок? Формирование мотива (основания действия, поступка) проходит ряд этапов: формирование потребности личности, выбор средства и способа удовлетворения потребности, принятие решения и формирование намерения совершить действие или поступок.



**Рис. Функциональная схема структуры произвольного управления**

**Самоинициация.** Это вторая функция воли. Самоинициация связана с запуском действия для достижения цели. Запуск осуществляется посредством *волевого импульса*, т. е. отдаваемой самому себе команды с помощью внутренней речи, т. е. слов или восклицаний, произносимых про себя.

**Самоконтроль.** В связи с тем, что осуществление действий происходит чаще всего при наличии внешних и внутренних помех, могущих привести к отклонению от заданной программы действия и недостижению цели, требуется осуществлять сознательный самоконтроль за получаемыми на разных этапах результатами. Для этого контроля используется откладываемая в кратковременную и оперативную память программа действия, служащая человеку эталоном для сличения с получающимся результатом. Если в сознании человека при таком сличении фиксируется отклонение от заданного параметра (ошибка), он вносит исправление в программу, т. е. осуществляет ее коррекцию.

Самоконтроль осуществляется с помощью сознательного и преднамеренного, т. е. произвольного, внимания.

**Самомобилизация (проявление «силы воли»).** Очень часто осуществление действия или деятельности, совершение того или иного поступка встречает затруднения, внешние или внутренние препятствия. Преодоление препятствий требует от человека интеллектуального и физического напряжения, обозначаемого как *волевое усилие*. Использование волевого усилия означает, что произвольное управление видоизменилось в *волевою регуляцию*, направленную на проявление так называемой «силы воли».

Волевая регуляция определяется силой мотива (поэтому нередко волю подменяют мотивами: раз хочу, значит, делаю; однако эта формула не подходит для случаев, когда человек очень хочет, но не делает, и когда очень не хочет, но все же делает). Несомненно, однако, что в любом случае сила мотива определяет и степень проявления волевого усилия: если я очень хочу достичь цели, то я буду проявлять и более интенсивное и более длительное волевое усилие; так же и при запрете, проявлении тормозной функции воли: чем больше хочется, тем большее волевое усилие я должен приложить, чтобы сдержать свое стремление, направленное на удовлетворение потребности.

«Сила воли» – понятие собирательное, обозначающее различные проявления волевой регуляции, называемые *волевыми качествами*.

### **ВОЛЕВЫЕ КАЧЕСТВА**

*Волевые качества – это особенности волевой регуляции, ставшие свойствами личности и проявляющиеся в конкретных специфических ситуациях, обусловленных характером преодолеваемой трудности.*

Следует учитывать, что проявление волевых качеств определяется не только мотивами человека (например, мотивом достижения, определяемым двумя составляющими: стремлением к успеху и избеганием неудачи), его нравственными установками, но и врожденными особенностями проявления свойств нервной системы: силы – слабости, подвижности – инертности, уравновешенности – неуравновешенности нервных процессов. Например, страх сильнее выражен у лиц со слабой нервной системой, подвижностью торможения и преобладанием торможения над возбуждением. Поэтому им труднее быть смелыми, чем лицам с противоположными типологическими особенностями.

Следовательно, человек может быть несмелым, нерешительным, нетерпеливым не потому, что не хочет проявить «силу воли», а потому, что для ее проявления у него имеются меньшие генетически обусловленные возможности (меньше врожденных задатков).

Это не означает, однако, что не следует прилагать усилия для развития волевой сферы личности. Однако нужно избегать и излишнего оптимизма, и стандартных, тем более волюнтаристских, подходов в преодолении слабости волевой сферы человека. Нужно знать, что на пути развития «силы воли» можно столкнуться со значительными трудностями, поэтому потребуются терпение, педагогическая мудрость, чуткость и такт (например, боязливому нельзя приклеивать ярлык труса).

Следует отметить, что у одного и того же человека различные волевые качества проявляются неодинаково: одни лучше, другие хуже. Следовательно, это означает, что понимаемая так воля (как механизм преодоления препятствий и трудностей, т. е. как «сила воли») неоднородна и проявляется по-разному в

различных ситуациях. Следовательно, единой для всех случаев воли (понимаемой как «сила воли») нет, иначе в любой ситуации воля проявлялась бы данным человеком либо одинаково успешно, либо одинаково плохо.

Волевые качества можно разделить на три группы (рис.).

Целеустремленность	Самообладание	Морально-волевые
Терпеливость	Выдержка	Мужество
—	—	Самоотверженность
Упорство	Решительность	Принципиальность
Настойчивость	Смелость	Дисциплинированность

### Волевые качества

#### Рис. Классификация волевых качеств

**Волевые качества, характеризующие самообладание.** П. А. Рудик определяет самообладание как способность не теряться в трудных и неожиданных обстоятельствах, управлять своими действиями, проявляя при этом рассудительность и сдерживая отрицательные эмоции. По другому определению самообладание – это власть человека над самим собой. С нашей точки зрения, самообладание является собирательной волевой характеристикой, которая включает в себя ряд самостоятельных волевых качеств, связанных с подавлением побуждений, обусловленных отрицательными эмоциями.

К волевым качествам, характеризующим самообладание, относятся выдержка, решительность, смелость.

**Выдержка** – это устойчивое проявление способности человека сдерживать свои эмоциональные проявления, подавлять импульсивные, малообдуманные эмоциональные реакции, сильные влечения, желания, в том числе и агрессивные действия при возникновении конфликта. Последние могут быть прямыми физическими (например, когда человек бросается на обидчика с кулаками), косвенными физическими (например, человек, уходя, с досады хлопает дверью), прямыми вербальными (человек отвечает на сделанное ему замечание колкостью, вступает в перебранку) и косвенными вербальными (в случае, когда недовольство кем-то высказывается за его спиной в эмоционально-повышенных тонах своим товарищам или родным).

В бытовом сознании это волевое качество понимается как хладнокровие, отсутствие горячности в поведении при возникновении конфликта. Однако это не совсем точно, так как хладнокровие может быть связано с эмоциональной невозбудимостью, бесчувственностью человека.

Своеобразным проявлением выдержки является *долготерпение (стоицизм)*. Это способность человека долго переносить без срывов страдание, душевную муку, жизненные невзгоды, быть стойким.

**Решительность.** Разными авторами решительность понимается по-разному. Общим для всех определений является отнесение решительности к принятию решения, указание на затраченное время принятия решения и на значимость ситуации. В то же время ряд вносимых в разные определения нюансов не могут остаться без критического рассмотрения. Например, ряд авторов полагают, что решительность – это принятие решения без колебаний и сомнений. Однако это характеризует либо легкомыслие человека, либо принятие решения в ситуации, когда человек твердо убежден в правильности принимаемого решения

на основании полной информации об имеющейся ситуации. Решительность чаще всего проявляется при неуверенности человека в правильности принимаемого решения и достижении успеха. Следовательно, для проявления решительности необходима определенная доля сомнения. Решительность и есть проявление волевого усилия для преодоления этого сомнения, колебаний.

Второй момент, встречающийся в определениях решительности и вызывающий возражения, – это своевременность принимаемых решений. Своевременность в русском языке означает «в нужный момент, кстати». Данная характеристика может иметь место только при жестком ограничении времени на принятие решения. В остальных случаях важна не своевременность, а быстрота принятия решения.

Наконец, третий момент, с которым трудно согласиться – это понимание решительности как принятия наиболее правильного в данной ситуации решения. Правильность или неправильность принятого решения – скорее характеристика мыслительной деятельности, адекватности понимания ситуации и полученной информации. Кроме того, быстро или медленно могут приниматься как правильные, так и неправильные решения.

*Решительность – это способность человека быстро принимать решение в значимой (важной) для него ситуации.* Решительность не тождественна поспешности, она характеризует быстроту принятия обдуманного решения, когда его последствия могут привести и к нежелаемому результату («Быть или не быть – вот в чем вопрос»).

В большинстве случаев решительность связана с временем принятия решения в альтернативной ситуации, когда есть выбор. Однако она может проявляться и в безальтернативной ситуации, когда человек уже точно знает, что необходимо сделать (например, прыжок в высоту или в воду с вышки, выполнение штрафного броска в баскетболе и т. д.). При этом решительность связана со временем определения готовности к выполнению необходимого действия. Оказывается, что это время у разных людей различно, причем отмечается стабильность этих различий.

Часто решительность отождествляется со смелостью («смело – значит уверенно, без колебаний»). Однако, несмотря на то, что смелость и решительность могут в опасной ситуации обнаруживать корреляцию (чем боязливее человек, тем он более нерешителен) или проявляться в комплексе (например, расхрабриться – значит набраться смелости и решиться на что-либо), все же это разные волевые проявления.

*Смелость (храбрость) – это способность человека подавить защитные реакции, возникающие при страхе, и эффективно управлять своими действиями и поведением.*

В бытовом сознании возникновение страха принимается за трусливость. На самом деле страх – это защитная биологическая реакция, появляющаяся независимо от воли человека. Поэтому среди людей со здоровой и развитой психикой бесстрашных нет. Сила воли проявляется не в отсутствии страха, а в способности управлять своими действиями и поведением с трезвой головой, не поддаваясь панике и желанию избежать опасной ситуации.

Непонимание опасности не свидетельствует о смелости человека: если страх не возникает, то человеку и преодолевать его не надо.

Трусливость рассматривается в психологической и философской литературе как отрицательное моральное волевое качество, как проявление малодушия. Выявлено, однако, что трусливость связана с рядом врожденных типологических особенностей: слабостью нервной системы, преобладанием торможения и подвижностью торможения. У людей с этими типологическими особенностями возникает более сильный страх, чем у людей с другими типологическими особенностями, поэтому им труднее его побороть. Но это их беда, а не вина, поэтому представлять их как аморальных личностей некорректно.

*Псевдосмелость.* Бывает, что человек *храбрится*, т. е. принимает бодрый вид, стремясь казаться храбрым, на самом деле таковым не являясь. От истинной смелости следует также отличать бравирование как показное пренебрежение опасностью. Истинная смелость, как правило, разумна.

Волевые качества, характеризующие целеустремленность. Целеустремленность – это сознательная направленность личности на достижение цели. В зависимости от удаленности цели по времени и характера затруднений в процессе деятельности целеустремленность проявляется в таких волевых качествах, как терпеливость, упорство и настойчивость.

*Терпеливость – это однократное длительное противодействие неблагоприятным факторам, в основном физиологическим (утомлению, гипоксии (недостатку кислорода), голоду, жажде, боли), препятствующим достижению цели в данный отрезок времени.*

Терпеливость начинает проявляться с того момента, когда человек начинает испытывать внутреннее препятствие физиологического характера (неблагоприятное состояние) и начинает его переживать. При физической и умственной работе таким переживанием является ощущение усталости. Некоторые психологи с недоверием относятся к субъективным переживаниям человека, в частности к ощущению усталости. Между тем физиологи рассматривают усталость как объективное явление, связанное с возникновением состояния утомления (А. А. Ухтомский, Р. А. Шабунин). Это находит подтверждение и в объективно регистрируемых физиологических сдвигах в организме при появлении ощущения усталости (временное уменьшение, а потом резкое увеличение частоты сердечных сокращений и дыхания, увеличение суммарной электромиограммы, возрастание дельта-ритма ЭЭГ).

Терпеливость во время физической работы проявляется в борьбе с состоянием утомления. Чтобы поддерживать эффективность деятельности *на прежнем уровне*, человеку нужно прилагать дополнительные волевые усилия. Время, в течение которого он может это делать, и характеризует его терпеливость. По данным Е. В. Эйдемана, величина волевого компонента при выполнении предельного физического усилия обнаруживает значимые положительные связи с показателями кислородного долга и мощности порога анаэробного обмена (ПАНО), что свидетельствует о зависимости проявления этого волевого качества от анаэробных возможностей человека, мобилизуемых с помощью волевого усилия.

Между временем терпения при выполнении физической работы и тем же временем при задержке дыхания (последнее определялось с момента появления желания сделать вдох до отказа задерживать дыхание) получены высокие корреляции, что свидетельствует о том, что терпеливость является общей волевой характеристикой, независимой от вида преодолеваемой трудности.

**Упорство** – это стремление достичь «здесь и сейчас» (т. е. в данный отрезок времени) желаемого или необходимого, в том числе и успеха в деятельности, вопреки имеющимся трудностям и неудачам. Оно связано со стремлением во что бы то ни стало достичь оперативной цели, например, когда ученик пытается решить трудную задачу, не поддающуюся с первого раза решению. По определению П. А. Рудика, упорный человек не пасует перед неудачей.

Негативным проявлением упорства является *упрямство*. Это проявление упорства вопреки разумным доводам, и поэтому требования и просьбы при упрямстве носят нередко формальный характер. Подчас человек упрямуется в своем решении только потому, что решение исходит от него и отказ от этого решения может, как ему кажется, подорвать его авторитет. В детстве упрямство может быть формой протеста, выражающей недовольство необоснованным подавлением развивающейся самостоятельности, инициативности ребенка. Возникновению упрямства у детей и подростков способствуют грубое обращение, игнорирование их существенных потребностей или, наоборот, потакание их капризам и необоснованным требованиям. Проявление упрямства в деятельности может явиться следствием стремления к самоутверждению, хотя со стороны может расцениваться как бесцельная трата времени и сил – ведь все равно ничего не получится.

При рассмотрении упрямства допускаются две ошибки. Во-первых, нередко упрямство рассматривается только как проявление слабости и поэтому оценивается негативно. Однако упрямство в ряде случаев основано на глубоком убеждении человека в реальности достижения поставленной цели, вопреки мнению окружающих о бесцельности этого занятия. Нельзя не учитывать, что мнение о целесообразности прилагаемых человеком для достижения цели усилий может быть весьма субъективным и, по сути, тоже отражать скрытое упрямство, базирующееся на сформированной установке что «этого не может быть, потому что этого не может быть никогда».

Во-вторых, упрямство рассматривается часто как негативное проявление *настойчивости*, в то время как оно является «негативным» проявлением упорства. Эта ошибка проистекает из того, что авторы отождествляют упорство и настойчивость, между тем как между этими волевыми проявлениями имеются существенные различия.

**Настойчивость** – это длительное систематическое проявление «силы воли» при стремлении человека к достижению отдаленной по времени цели, несмотря на возникающие препятствия и трудности. Физиологическим механизмом целеустремленности является возникновение в мотивационной сфере человека стойкой установки (инерционной доминанты). Настойчивость больше всего отражает целеустремленность человека. Не случайно еще Макдауголл считал настойчивость одним из объективных качеств целенаправленного

поведения. Реализуется настойчивость через многократное проявление терпеливости и упорства. Это, очевидно, и приводит к отождествлению этих двух волевых качеств, что находит отражение в используемых тестах. Большинство тестов, применяемых американскими психологами для изучения настойчивости (нерешаемые интеллектуальные и перцептивные задачи, тесты на физическую выносливость), на самом деле выявляют упорство.

Проявление настойчивости в значительной мере зависит: 1) от степени уверенности человека в достижимости отдаленной цели; 2) от мотивации достижения (в значительно большей степени, чем упорство, не говоря уже о терпеливости); 3) от наличия волевых установок на преодоление затруднений. В то же время от свойств нервной системы (в отличие от упорства и особенно терпеливости) настойчивость зависит мало.

**Морально-волевые качества.** В реальной жизни волевое поведение человека определяется чаще всего сразу несколькими волевыми качествами, сочетающимися с нравственными установками. Поэтому при характеристике волевого поведения используются понятия, отражающие *сложные морально-волевые качества*, такие как самостоятельность и инициативность, дисциплинированность и организованность, старательность, героизм и мужество, самоотверженность, принципиальность.

Они могут иметь разные мотивы и оттенки. Одно дело, например, героизм, проявляемый в безвыходной ситуации. Другое дело – героизм, проявленный без принуждения, как самопожертвование. По этому поводу писатель Борис Агапов писал: «Мне не очень нравится героизм, по поводу которого можно спросить: „Слава героям, но кто виноват?“ Русские ученые, ища способы борьбы с чумой, прививали себе эту страшную болезнь и лечили ее найденными методами. Некоторые умирали. Это был героизм не вынужденный из-за катастрофы, а решенный добровольно, после размышлений, то есть свободный от анестезии аффекта. Это есть истинно человеческий героизм, героизм самопожертвования». Вот к такому героизму и должны стремиться люди, если им придется в своей жизни столкнуться с аналогичными обстоятельствами.

## **ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЛЕВЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ**

По поводу онтогенетического развития произвольного управления С. Л. Рубинштейн писал: «Уже первое, направленное на определенный объект, осмысленное действие ребенка, разрешающего какую-нибудь „задачу“, является примитивным волевым актом. Но от этого примитивного акта до высших форм волевого избирательного действия еще очень далеко. Равно несостоятельно как то представление, будто у ребенка в раннем детстве, в 2–4 года, воля уже созрела, так и то встречающееся в литературе утверждение, будто воля, как и разум, является новообразованием подростков. В действительности волевые действия появляются у ребенка очень рано; совершенно неправильно изображать хотя бы трехлетнего ребенка как чисто инстинктивное существо, у которого нет и зачатков воли. В действительности развитие воли, начинаясь в раннем возрасте, проходит длинный путь. На каждой ступени этого развития воля имеет свои качественные особенности»<sup>[32]</sup>.

Раннее детство. Развитие произвольного поведения маленького ребенка связано с осуществлением им познавательных действий и с подражанием

взрослым. Манипуляции с вещами приводят к установлению ребенком важного для него факта: после определенных действий могут происходить определенные события. Теперь он осуществляет эти действия ради того, чтобы произошли эти события, т. е. намеренно, целесообразно.

До двухлетнего возраста дети не могут воспроизвести знакомое им действие без реального предмета действия (например, не имея ложки, показать, как ею пользуются). Поэтому существенным шагом в развитии произвольности является *формирование способности к представлению отсутствующих предметов*; благодаря чему поведение ребенка определяется не только наличной ситуацией, но и представляемой.

В период от 2 до 3 лет закладываются основы регулирующей функции речи. Большое значение для формирования волевых действий у ребенка имеет выработка прочной и действенной реакции на два главных словесных сигнала взрослых: на слово «надо», требующее действия вопреки желанию ребенка, и на слово «нельзя», запрещающее действие, желаемое ребенком. При этом ребенку гораздо труднее подчиниться запрету не делать что-то, чем приказу делать что-то другое.

К 3 годам, а иногда и раньше у детей проявляется выраженное стремление к самостоятельности («Я сам!»). Дети этого возраста проявляют терпение и выдержку, если это предвещает им удовольствие.

**Преддошкольный возраст.** Поскольку игровая активность является основной у дошкольников, исполнение ребенком какой-нибудь игровой роли является сильным стимулирующим волевое усилие фактором. Так, по данным З. М. Мануйленко, дети 3–4 лет могут, взяв на себя роль часового, сохранить свою неподвижность в 5 раз дольше, чем без этой роли. Однако чем старше становятся дошкольники, тем меньше разница между проявлением волевого усилия в ролевой и безролевой ситуации. Способность сдерживать детьми свое импульсивное поведение возрастает в период от 4 до 6 лет втрое.

С 4 лет развивается контроль за своими действиями. На 4–5 году обнаруживается послушание по обязанности. В конце преддошкольного возраста ребенок делает в волевом развитии еще один большой шаг вперед: он начинает брать на себя выполнение задания и действует, руководствуясь сознанием необходимости довести дело до конца. Шестилетние дети могут проявить инициативу при выборе цели, самостоятельность, упорство, но в основном тогда, когда их действия сопровождаются эмоциями радости, удивления или огорчения. Слова «надо», «нельзя», «можно», произносимые самим ребенком, становятся основой для самоуправления и проявления «силы воли». Однако нередко последняя выражается в упрямстве.

**Младший школьный возраст.** В 1-м и 2-м классах школьники совершают волевые действия главным образом по указанию взрослых, в том числе и учителя, но уже в 3-м классе они приобретают способность совершать волевые акты в соответствии с собственными мотивами. Школьник может проявить настойчивость в учебной деятельности, при занятиях физкультурой. Постепенно формируется выдержка, т. е. способность сдерживать свои чувства, ослабевает импульсивность как черта личности. Однако в младших классах школьники проявляют волевою активность лишь для того, чтобы быть хорошими

исполнителями воли других (А. И. Высоцкий), прежде всего для того, чтобы заслужить расположение к себе взрослых, в том числе и учителя. Нельзя не отметить и высокое проявление уже в 3-м классе такого волевого качества, как решительность, которая в определенной мере может быть связана с все еще достаточно высокой импульсивностью этих школьников.

**Подростковый возраст.** Весьма противоречива волевая сфера подростков. Приходящийся на этот возраст процесс полового созревания существенно изменяет нейродинамику (увеличивает подвижность нервных процессов, сдвигает баланс в сторону возбуждения), что приводит к изменению и волевой сферы. В результате возрастает смелость (которая в этот период вообще достигает наибольшего проявления), но снижается выдержка, самообладание. Упорство проявляется только в интересной работе. Снижается дисциплинированность, усиливается проявление упрямства (отчасти в связи с тем, что советы взрослых воспринимаются критически) как утверждение своего «Я», права на собственное мнение, на свою точку зрения. Преобладание возбуждения над торможением затрудняет применение запрещающих моральных санкций. Наблюдается переход от внешней стимуляции волевой активности к самостимуляции. Однако этот механизм еще недостаточно сформирован.

**Старший школьный возраст.** У старшеклассников механизм самостимуляции является определяющим в проявлении волевой активности. Они могут проявлять достаточно высокую настойчивость в достижении поставленной ими цели, резко увеличивается способность к терпению, например при физической работе на фоне усталости (поэтому старшеклассников учитель физической культуры может заставлять работать достаточно долго и на фоне утомления, в то время как требовать того же от младших школьников опасно). Однако у девушек старших классов смелость резко снижается.

В старших классах усиленно формируется моральный компонент воли. Воля проявляется школьниками под влиянием идеи, значимой для общества, товарищей. Часто волевая активность у старшеклассника принимает характер целеустремленности.

## **Внимание.**

Внимание - способность человека сконцентрировать свои «познавательные процессы» на одном объекте с целью его изучения (познания). Внимание - сосредоточенность и направленность психической деятельности на определенный объект. Различают внимание непроизвольное (пассивное) и произвольное (активное), когда выбор объекта внимания производится сознательно, преднамеренно. Характеристики внимания: устойчивость, объем (количество объектов, которое может быть воспринято и запечатлено человеком в относительно короткий момент времени), распределенность (способность одновременно удерживать в поле сознания объекты различных деятельностей), возможность переключения.

1. Внимание как проявление активности личности  
Внимание – один из тех познавательных процессов, в отношении сущности и права на самостоятельное рассмотрение которых среди психологов до сих пор нет согласия. Одни ученые утверждают, что как особого, независимого процесса

внимания не существует, что оно выступает лишь как сторона или момент любого другого психического процесса или деятельности человека. Другие полагают, что внимание представляет собой вполне независимое психическое состояние человека, специфический внутренний процесс, имеющий свои особенности. Внимание – направленность и сосредоточенность сознания на каком-нибудь предмете, явлении или деятельности. Направленность сознания – выбор объекта, а сосредоточенность предполагает отвлечение от всего, что не имеет отношения к этому объекту.

Внимание обуславливает успешную ориентировку субъекта в окружающем мире и обеспечивает более полное и отчетливое отражение его в психике. Объект внимания оказывается в центре нашего сознания, все остальное воспринимается слабо, неотчетливо, однако направленность нашего внимания может меняться. Внимание не представляет самостоятельного психического процесса, так как не может проявляться вне других процессов. Мы внимательно или невнимательно слушаем, смотрим, думаем, делаем. Таким образом, внимание является лишь свойством различных психических процессов.

Внимание можно определить как психофизиологический процесс, состояние, характеризующее динамические особенности познавательной деятельности. Это процесс сознательного или бессознательного отбора одной информации, поступающей через органы чувств, и игнорирования другой. Внимание человека обладает пятью основными свойствами:

1. Устойчивость – способность в течение длительного времени сохранять состояние внимания на каком-либо объекте.
2. Сосредоточенность – способность сконцентрировать свое внимание на одном объекте при этом отвлечении от других.
3. Переключаемость – перевод с одного объекта на другой, с одного вида деятельности на иной.
4. Распределение – способность рассредоточить внимание на значительном пространстве, параллельно выполняя несколько видов деятельности.
5. Объем – размер информации, которую человек способен сохранять в сфере повышенного внимания.

Одним из свойств психики является ее избирательная направленность. Избирательная ориентация сознания повышает эффективность текущей деятельности благодаря торможению всех других конкурирующих процессов. Централизация в сознании того, что имеет наибольшую значимость для деятельности человека, – организация сознания, проявляющаяся в его направленности и сосредоточенности на значимых объектах. Направленность сознания – это отбор существенных в данный момент воздействий, а сосредоточенность – это отвлечение от побочных раздражителей. Таким образом, внимание – организация всей психической деятельности, состоящая в избирательной ее направленности и сосредоточенности на объектах деятельности.

Внимание, обеспечивая выделение значимых для данной деятельности объектов, представляет собой оперативно-ориентирующую функцию психики. Выделение значимых объектов осуществляется как во внешней среде – внешненаправленное внимание, так и из фонда самой психики – внутри-

направленное

внимание.

Основным физиологическим механизмом внимания является функционирование очага оптимального возбуждения, или доминанты. Благодаря оптимальному возбуждению в определенной области коры мозга создаются условия для наиболее точного и полного отражения того, что особенно значимо в данный момент, и блокируется отражение всего того, что не имеет отношения к текущей деятельности.

Физиологическим механизмом внимания является и врожденный ориентировочный рефлекс. Мозг выделяет из окружающей среды каждый новый необычный раздражитель. Функционирование ориентировочного рефлекса сопровождается соответствующей настройкой анализаторов, повышением их чувствительности, а также общей активизацией деятельности мозга. Исследованиями нейропсихологов было установлено, что сохранение направленного, программированного действия и торможение всех реакций на побочные воздействия осуществляется лобными долями коры головного мозга. Все виды внимания связаны с установками человека, с его готовностью, предрасположенностью к определенным действиям. Установка повышает чувствительность анализаторов, уровень всех психических процессов. Так, мы скорее заметим появление определенного объекта, если ожидаем его появления в определенном месте и в определенное время.

2. Значение внимания в жизни и деятельности человека  
Свойства внимания - направленность, объем, распределенность, сосредоточенность, интенсивность, устойчивость и переключаемость - связаны со структурой деятельности человека. На первоначальном этапе деятельности, при осуществлении общей ориентации, когда предметы этой обстановки еще равнозначимы, основной особенностью внимания является широта, равномерно распределенная направленность сознания на несколько объектов. На этой стадии деятельности еще нет устойчивости внимания. Но это качество приобретает существенное значение, когда из имеющихся объектов выявляются наиболее значимые для данной деятельности. Психические процессы концентрируются на этих объектах. В зависимости от значения деятельности психические процессы становятся более интенсивными. Длительность действия вызывает необходимость устойчивости психических процессов.

Объемом внимания называется количество объектов, которое человек может одновременно осознавать с одинаковой степенью ясности. Если наблюдателю показать одновременно на короткий срок ряд объектов, то окажется, что люди охватывают своим вниманием четыре, пять объектов. Объем внимания зависит от профессиональной деятельности человека, его опыта, психического развития. Объем внимания значительно увеличивается, если объекты сгруппированы, систематизированы. Объем внимания несколько меньше объема осознания, ибо наряду с отчетливым отражением объектов в нашем сознании в каждый момент происходит и неотчетливое сознание многих других объектов (до нескольких десятков).

Распределенность внимания - направленность сознания на выполнение

нескольких одновременных действий. Распределение внимания зависит от опыта, навыков и умений. Начинаящий водитель напряженно регулирует движение автомобиля, он с трудом может оторвать взгляд с дороги, чтобы посмотреть на приборы, и ни в коей мере не расположен поддерживать разговор с собеседником. Начинаящему велосипедисту очень трудно одновременно двигать педали, сохранять равновесие и следить за особенностями дороги. Приобретая в процессе упражнения соответствующие устойчивые навыки, человек начинает совершать те или иные действия полуавтоматически: они регулируются теми участками мозга, которые не находятся в состоянии оптимального возбуждения. Это и дает возможность совершать несколько действий одновременно, тогда как любое новое действие требует полного сосредоточения сознания. Концентрация внимания - степень сосредоточенности сознания на одном объекте, интенсивность направленности сознания на этот объект. Переключаемость внимания - скорость произвольной смены объектов психических процессов. Это качество внимания в значительной мере зависит от индивидуальных особенностей высшей нервной деятельности человека - уравновешенности и подвижности нервных процессов. В зависимости от типа высшей нервной деятельности внимание одних людей более подвижно, других - менее подвижно. Эта индивидуальная особенность внимания должна учитываться при профессиональном отборе. Частые переключения внимания представляют значительную психическую трудность, вызывают переутомление центральной нервной системы. Устойчивость внимания - продолжительность сосредоточенности психических процессов на одном объекте. Она зависит от значимости объекта, от характера действий с ним и от индивидуальных особенностей человека. Ни один психический процесс не может протекать целенаправленно и продуктивно, если человек не сосредоточит своего внимания на том, что воспринимает или делает. Мы можем смотреть на какой-либо предмет и не замечать его или видеть очень плохо. Занятый своими мыслями, человек не слышит разговоров, которые ведутся рядом с ним, хотя звуки голосов доходят до его слухового аппарата. Мы можем не почувствовать боли, если наше внимание направлено на что-нибудь другое. Напротив, глубоко сосредоточившись на каком-либо предмете или деятельности, человек подмечает все детали этого предмета и действует очень продуктивно. А, фиксируя свое внимание на ощущениях, мы увеличиваем свою чувствительность. В коре больших полушарий мозга могут протекать два процесса: возбуждение и торможение. Когда человек внимателен к чему-либо, это значит, что у него в коре мозга возник очаг возбуждения. Остальные участки мозга в это время находятся в состоянии торможения. Поэтому человек, сосредоточенный на чем-либо одном, может ничего другого в этот момент не замечать. Деятельность невозбужденных участков мозга связана в это время с тем, что обычно называется неосознанной, автоматической деятельностью человека. Большое значение для появления внимания имеет так называемый ориентировочный рефлекс. Он представляет собой врожденную реакцию организма на всякое изменение окружающей среды. Способностьстораживаться, реагируя иногда на очень незначительное

изменение в окружающей среде, объясняется наличием в больших полушариях мозга сети нервных путей, соединяющих ретикулярную формацию (совокупность структур головного мозга, регулирующих уровень возбудимости) с разными участками коры больших полушарий. Нервные импульсы, идущие по этой сети, возникают вместе с сигналами от органов чувств и возбуждают кору, приводя ее в состояние готовности реагировать на ожидаемые дальнейшие раздражения. Таким образом, ретикулярная формация вместе с органами чувств обуславливает появление ориентировочного рефлекса, являющегося первичной физиологической основой внимания.

При рассеянности сознание человека не имеет определенной направленности, а переходит с одного предмета на другой, т.е. рассеивается. Можно выделить два основных вида рассеянности. Первый – результат общей неустойчивости внимания. Им, как правило, отличаются дети младшего возраста. Однако оно может быть и у взрослых в результате слабости нервной системы или большого утомления, недосыпания и т.д. Такой вид рассеянности появляется также при отсутствии привычки работать сосредоточенно. Второй вид рассеянности имеет совсем иной характер. Он возникает потому, что человек сосредоточен на чем-то одном и поэтому не замечает ничего другого. Такой рассеянностью отличаются люди, увлеченные своим делом. Если человек привыкает все делать внимательно, то внимание, становясь постоянной особенностью, перерастает во внимательность, которая, как черта личности, имеет большое значение в общем психологическом облике человека. Тот, кто обладает этим качеством, отличается наблюдательностью, способностью лучше воспринимать окружающее. Внимательный человек реагирует на события быстрее и переживает их часто глубже, отличается большой способностью к обучению.

Внимательность связана с большим развитием свойств внимания: его объема, сосредоточенности, устойчивости, распределения. Обладая этим качеством, человек легко сосредотачивается, у него хорошо развито произвольное внимание. Даже при отсутствии интереса к работе внимательный человек может быстро мобилизовать произвольное внимание, заставить себя сосредоточиться на трудном и неинтересном занятии. Обычно выдающиеся ученые, писатели, изобретатели, вообще творческие люди отличаются внимательностью. Здесь можно назвать Дарвина, Павлова, Толстого, Чехова, Горького.

3. Формирование произвольного, произвольного и послепроизвольного внимания в процессе обучения

Внимание, как и все остальные психические процессы, имеет низшие и высшие формы. Первые представлены произвольным вниманием, а вторые – произвольным.

Если лекция преподавателя интересна по содержанию, то студенты без всяких усилий, внимательно ее слушают. Это – проявление так называемого произвольного внимания. Оно нередко появляется у человека не только без всяких волевых усилий, но и без намерения что-либо видеть, слышать и т.п. Поэтому данный вид внимания называют также непреднамеренным.

Что	же	вызывает	непроизвольное	внимание?
Тут		имеется	несколько	причин:
1.		Относительная	сила	раздражителя;
2.		Неожиданность		раздражителя;
3.	Движущиеся предметы. Французский психолог Т. Рибо особенно выделял этот фактор, он считал, что именно благодаря целенаправленной активизации движений происходит концентрация и усиление внимания на предмете;			
4.		Новизна		раздражителя;
5.		Контрастные	предметы	или явления;
6.		Внутреннее	состояние	человека.

Иной характер имеет так называемое произвольное внимание. Оно возникает потому, что у человека появляется цель, намерение что-то воспринимать или делать. Этот вид внимания называют также преднамеренным. Произвольное внимание имеет волевой характер.

Психологи еще третий вид внимания, которое возникает после определенных волевых усилий, но когда человек как бы «входит» в работу, начинает легко сосредотачиваться на ней. Такое внимание советский психолог Н. Ф. Добрынин назвал послепроизвольным (или вторичным), так как оно приходит на смену обычному произвольному вниманию.

Если условием появления непроизвольного внимания являются, как было сказано, качества внешних раздражителей и особенности внутреннего состояния человека (его потребности, интересы), то для появления и поддержания произвольного внимания необходимо сознательное отношение к деятельности. Однако нередко бывает так, что это сознательное отношение имеется, цель ясна и достижение ее признается совершенно необходимым, тем не менее человек не может работать сосредоточенно. Так бывает у людей со слабо развитой волей, которые не привыкли проявлять определенное усилие, чтобы быть внимательными. Лобные доли коры мозга связаны со всей произвольной сознательной деятельностью, с функционированием речи. Это свидетельствует о сущности внимания как способе функционирования всего сознания.

Психические процессы могут иметь непроизвольную (не зависящую от воли) направленность. В этих случаях они организованы в форме непроизвольного (непреднамеренного) внимания. Так, резкий, неожиданный сигнал вызывает внимание помимо нашей воли.

Но основной формой организации психических процессов является произвольное (преднамеренное) внимание, характеризующееся планомерной направленностью сознания. Произвольное внимание обусловлено вычленением значимой информации.

Способность произвольно направлять психическую деятельность - одна из основных особенностей сознания человека. В процессе деятельности произвольное внимание может перейти в послепроизвольное, не требующее постоянных волевых усилий. Внимание у человека формируется с рождения, и в процессе формирования его происходит взаимосвязанное развитие памяти, речи и т.д.

#### Этапы

развития:

1. Первые две недели жизни – проявление ориентировочного рефлекса как объективного, врожденного признака непроизвольного внимания ребенка.

2. Конец первого года жизни – возникновение ориентировочно - исследовательской деятельности как средства будущего развития произвольного внимания.
  3. Начало второго года жизни – зачатки произвольного внимания под влиянием речевых инструкций взрослого.
  4. Второй – третий год жизни – развитие произвольного внимания.
  5. Четыре с половиной – пять лет – направление внимания на сложные инструкции взрослого.
  6. Пять – шесть лет – возникновение элементарной формы произвольного внимания под влиянием самоинструкций.
  7. Школьный возраст – развитие и совершенствование произвольного внимания.
1. Внимание обуславливает успешную ориентировку субъекта в окружающем мире и обеспечивает более полное и отчетливое отражение его в психике.
  2. Внимание человека обладает пятью основными свойствами:
    - Устойчивость – способность в течение длительного времени сохранять состояние внимания на каком – либо объекте.
    - Сосредоточенность – способность сконцентрировать свое внимание на одном объекте при этом отвлечении от других.
    - Переключаемость – перевод с одного объекта на другой, с одного вида деятельности на иной.
    - Распределение – способность рассредоточить внимание на значительном пространстве, параллельно выполняя несколько видов деятельности.
    - Объем – размер информации, которую человек способен сохранять в сфере повышенного внимания.
  3. Внимание, обеспечивая выделение значимых для данной деятельности объектов, представляет собой оперативно-ориентирующую функцию психики.
  4. Внимание, как и все остальные психические процессы, имеет низшие и высшие формы. Первые представлены произвольным вниманием, а вторые произвольным.
  5. Психические процессы могут иметь произвольную (не зависящую от воли) направленность. В этих случаях они организованы в форме произвольного (непреднамеренного) внимания. Так, резкий, неожиданный сигнал вызывает внимание помимо нашей воли. Но основной формой организации психических процессов является произвольное (преднамеренное) внимание, характеризующееся планомерной направленностью сознания. Произвольное внимание обусловлено вычленением значимой информации. Способность произвольно направлять психическую деятельность - одна из основных особенностей сознания человека. В процессе деятельности произвольное внимание может перейти в послепроизвольное, не требующее постоянных волевых усилий.

### **Психология деятельности.**

Деятельность – динамическая система взаимодействий субъекта с миром, в процессе которых происходят возникновение и воплощение в объекте психического образа и реализация опосредованных им отношений субъекта в

предметной действительности.  
Деятельность – это внутренняя (психическая) и внешняя (физическая) активность человека, регулируемая сознаваемой целью.  
Структура деятельности. Деятельность имеет сложное иерархическое строение. Она состоит из нескольких слоев или уровней: психофизиологических функций; операций; действий; деятельностей особенных, или особых видов деятельности. В деятельности выделяют движения и действия. Каждый относительно законченный элемент деятельности, направленный на выполнение одной простой текущей задачи, называют действием. Следует отметить, что выполнение движения постоянно контролируется и корректируется сопоставлением его результатов с конечной целью действия. Выполнение предметного действия включает сенсорный контроль и корректировку движений в соответствии с их текущими результатами и свойствами объектов действия. В отношении человека с другими людьми осуществляется его деятельность, т. е. в ней выражается личность человека и одновременно она формирует его личность. Возникновение видов деятельности у человека представляет длительный процесс. В течение первого года на основе развития исследовательского поведения ребенок узнает и знакомится с миром. Затем начинается практическое поведение. Далее развивается коммуникативное поведение – средство, благодаря которому ребенок может удовлетворить свои потребности и желания. Виды деятельности:  
1) игра. Связь игровой деятельности с энергетическим обменом организма объясняет возникновение побуждений к игре. Особенность игрового поведения заключается в том, что его целью является сама «деятельность», а не практические результаты, которые достигаются с ее помощью;  
2) учение. Научение, или освоение опыта, – это главный фактор развития ребенка. Особым видом деятельности можно назвать учение, т. е. деятельность, которая направлена на усвоение определенной информации, форм поведения, но оно возможно только тогда, когда человек сам нацелен на усвоение определенных знаний, умений, навыков;  
3) труд – представляет собой деятельность, направленную на производство определенных общественно-полезных продуктов – материальных или идеальных. Трудовая деятельность человека – это видовое поведение, которое обеспечивает его выживание, использование им сил и веществ природы.  
Основные характеристики деятельности. В развитой форме предметность свойственна лишь человеческой деятельности. Она проявляется в социальной обусловленности деятельности человека, в ее связи со значениями, в понятиях языка, в ценностях, в ролях и социальных нормах. Субъектность деятельности выражается в таких аспектах, как обусловленность психического образа прошлым опытом, потребностями, установками, эмоциями, целями и мотивами, определяющими направленность и избирательность деятельности.

*Контрольные вопросы:*

- 1. Дайте развернутое определение памяти, какое значение память имеет в жизни человека?*
- 2. Какие имеются основания для классификации типов и видов памяти?*
- 3. В чем заключается взаимосвязь и взаимодействие кратковременной и долговременной памяти?*
- 4. Как влияет смысловая организация материала на запоминание?*
- 5. Какие виды амнезии могут возникать после травмы головы с потерей сознания у человека?*
- 6. Каким образом объясняется возникновение у человека парамнезий?*
- 7. Сформулируйте определение внимания. Перечислите его основные функции.*
- 8. Каким образом классифицируют внимание по его формам и уровням?*
- 9. Какими параметрами описываются качественные характеристики (свойства) внимания?*
- 10. Чем отличается вторичное непроизвольное внимание от первичного непроизвольного внимания?*
- 11. Какими медицинскими терминами описываются основные группы количественных и качественных нарушений внимания?*
- 12. Чем отличается истощаемость внимания от рассеянности и сужения объема внимания?*
- 13. Какие особенности внимания изучаются методикой поиска скрытых слов в буквенном тесте немецкого психолога Мюнстерберга?*

*Литература*

- 1. Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И., Гайворонский А.И. Анатомия и физиология человека. – М.: «Академия», 2011.*
- 2. Миловзорова М. С. Анатомия и физиология человека. М: Медицина, 1972.*
- 3. Федюкович Н.И. Анатомия и физиология человека. Ростов-на-Дону: «Феникс», 2009.*

## Тема 16: Усталость. Отказ организма.

### План:

1. *Усталость:*
  - *«Токсины усталости»;*
  - *Молочная и пировиноградная кислоты;*
  - *Кетоновые тела;*
  - *Продукты гниения и брожения в кишечнике;*
  - *Продукты азотистого обмена;*
  - *Свободные радикалы.*
2. *Отказ организма:*
  - *Определение КФН;*
  - *Причины развития коллапса во время или после физической нагрузки;*
  - *Где и когда?;*
  - *Постуральная гипотензия;*
  - *Дифференциальный диагноз;*
  - *Оценка состояния спортсмена при коллапсе;*
  - *Лечение;*
  - *Другие распространенные проблемы.*

### **Усталость.**

Отчего человек устает на тренировке? Почему к концу тренировки иногда появляются вялость, заторможенность, нежелание заниматься? Все это происходит в основном в результате накопления в крови токсинов усталости.

«Токсины усталости» - понятие собирательное. В медицине под «токсинами усталости» подразумевают целую группу веществ, которые являются промежуточными или побочными продуктами обмена. Эти вещества образуются в организме как результат интенсивной и продолжительной работы. В первую очередь это молочная и пировиноградная кислоты - побочные продукты окисления глюкозы и гликогена в организме. В норме при кислородном окислении глюкозы и гликогена они окисляются до углекислоты газа и воды. При больших физических нагрузках потребность организма в кислороде превышает возможности дыхательной, сердечно-сосудистой и кровеносной систем удовлетворить эту потребность.

В результате все энергетические субстраты окисляются не полностью. Часть углеводов окисляется только до молочной и пировиноградной кислоты. Причем увеличение в крови содержания молочной кислоты блокирует кровяные системы транспорта кислорода и затрудняет проникновение его в клетки.

Возникает замкнутый круг: чем меньше кислорода, тем больше молочной кислоты, а чем больше молочной кислоты, тем меньше ткани усваивают кислорода. Утомление при этом нарастает как снежный ком. Кривая нарастания утомления становится круче к концу тренировки), утомление нарастает быстрее).

Организм стремится защитить себя от недостатка кислорода за счет активизации бескислородного окисления. В мышцах, например, бескислородное окисление может увеличиться в 1000 раз по сравнению с исходным уровнем. Если перед тренировкой доля бескислородного окисления не превышает 15% всех

окислительных процессов, то в хорошо тренированном организме при больших физических нагрузках эта доля может достигать 50%. Однако, при бескислородном окислении как глюкоза, так и гликоген окисляются только до стадии молочной и пировиноградной кислот и концентрация молочной кислоты в крови еще больше нарастает.

При возникновении даже небольшого углеводного дефицита организм начинает интенсивно окислять жирные кислоты и глицерин. Уже через 15-20 минут тренировки механизм окисления жирных кислот начинает работать в полную силу. Жирные кислоты никогда не окисляются полностью при дефиците глюкозы. Окисление происходит только до стадии кетонных тел (ацетон, ацетоуксусная кислота, В-оксимасляная кислота, ацетоуксусная и ацетомасляная кислоты и т.д.).

Все кетонные тела имеют, кислую реакцию. Молочная и пировиноградные кислоты сдвигают рН крови в кислую сторону. Развивается так называемый ацидоз. Ведущая роль в развитии ацидоза принадлежит молочной кислоте. Именно молочная кислота является основным токсином усталости. Сонливость и заторможенность после больших объемных тренировок вызваны прежде всего молочнокислым ацидозом, который вызывает торможение в ЦНС и периферических нервных центрах. Тяжесть в голове и чувство интеллектуального утомления, которые бывают после длительной умственной работе, вызываются в основном накоплением молочной кислоты в ткани головного мозга. Естественно, что любые меры по ликвидации (утилизации) молочной кислоты в печени и мышцах будут способствовать повышению работоспособности и ликвидации утомления.

В развитие утомления вносят свой вклад также процессы брожения и гниения в кишечнике в результате неполного переваривания пищи. Это может быть вызвано неправильным режимом питания (смешанное питание), неправильным рационом (употребление трудно перевариваемой пищи), заболеваниями желудочно-кишечного тракта (гастриты, язвенная болезнь), да и просто перееданием.

Продукты гниения и брожения непрерывно всасываются в кровь и создают постоянный источник интоксикации в организме. В первую очередь от этого страдает ЦНС, как наиболее чувствительная часть организма и, естественно, это вносит свой вклад в общее развитие утомления.

Белковый обмен также вносит свой вклад в интоксикацию организма. Такими токсинами являются различные азотистые соединения, и в первую очередь аммиак, которые образуются в процессе аминокислотного обмена. Если учесть, что многие спортсмены, особенно культуристы, вынуждены потреблять большое количество белковой пищи, то становится понятно, что фон азотистой интоксикации у таких лиц явно завышен. Особенно сильную азотистую интоксикацию дает мясо, за ним следуют птица, рыба, молочные продукты, яйца.

При интенсивных физических нагрузках в организме образуется большое число высокотоксичных свободных радикалов: оксидов, гидроксидов и перекисей. Эти соединения химически очень агрессивны. Они способны повреждать клеточные мембраны и вызывать самые различные нарушения жизнедеятельности организма. Естественно, что работоспособность при этом также снижается.

Свободные радикалы являются побочными продуктами кислородного окисления. В малых количествах свободные радикалы нужны организму, т.к. оказывают регулирующее воздействие на синтез некоторых биологически активных соединений. В больших же количествах они оказывают повреждающее воздействие на клетки. Контактруя со свободными жирными кислотами в крови, свободные радикалы вызывают образование свободнорадикальных жирно-кислотных соединений, а токсичность последних бывает на порядок выше, чем у исходных свободных радикалов. В результате может возникать выраженный энергетический дефицит и значительное снижение работоспособности.

У людей с большим количеством подкожной жировой клетчатки содержание в крови жирных кислот повышается (оно прямо пропорционально количеству подкожного и «внутриорганного» жира). Для таких людей свободные радикалы особенно токсичны, так как вызывают образование большего количества жирно-кислотных свободных радикалов.

Итак, мы выделили 5 основных групп токсинов усталости:

1. Молочная и пировиноградная кислоты.
2. Кетоновые тела (ацетон и др.).
3. Продукты гниения и брожения в кишечнике.
4. Продукты азотистого обмена (аммиак и др.).
5. Свободные радикалы.

Помимо негативного влияния на работоспособность, токсины усталости вносят свой вклад в формирование возрастной патологии. Они вызывают более быстрое старение организма. Вот почему борьба с токсинами усталости является задачей не только для спортивных врачей, но и для клиницистов.

Естественно, что образование такого большого количества токсичных веществ в организме не могло не привести к эволюционному формированию в организме мощных антитоксических систем, которые преобразуют, связывают и выводят из организма большую их часть.

Основное количество токсических веществ выводится из организма через кишечник и почки, но при этом почти все они проходят «обработку» в печени. Любая помощь организму по выведению токсинов усталости сразу же положительно сказывается как на общей, так и на спортивной работоспособности.

Рассмотрим обезвреживание различных токсических веществ по порядку.

#### **I. Молочная и пировиноградная кислоты.**

В организме существует механизм поддержания и повышения работоспособности, который носит название глюконеогенеза, буквально - новообразование глюкозы. Глюкоза вырабатывается из многих промежуточных продуктов окисления, в том числе и из молочной кислоты. В результате, молочная кислота из токсичного продукта превращается в глюкозу, так необходимую организму при больших физических нагрузках. Помимо молочной кислоты организм может синтезировать глюкозу из пировиноградной кислоты, аминокислот, глицерина, жирных кислот и др.

Где происходит глюконеогенез? В основном в печени. Именно там синтезируются короткоживущие (всего в течение нескольких дней) ферменты, которые утилизируют самые разные вещества с одной целью - выработать достаточное количество глюкозы. При больших физических нагрузках в

глюконеогенезе начинают принимать участие почки, а при еще больших нагрузках, близких к предельным, - кишечник. Но роль почек и кишечника носит вспомогательный характер. Основная роль принадлежит, все же, печени.

В нормальном, здоровом организме 50% всей молочной кислоты утилизируется печенью, превращаясь в глюкозу. При интенсивной мышечной работе умеренный распад белковых молекул сопровождается выходом аминокислот в кровь и их утилизацией в процессе глюконеогенеза, образованием той же глюкозы. Особенно хорошо утилизируются такие аминокислоты, как аланин (в печени) и глютаминовая кислота (в кишечнике).

«Мощность» глюконеогенеза, основного механизма, избавляющего нас от молочной кислоты, зависит от того, насколько интенсивно печень и другие органы синтезируют ферменты глюконеогенеза.

Для нормального синтеза ферментов глюконеогенеза необходимо:

Во-первых, здоровая печень. Достаточно назначить любой препарат, улучшающий работу печени, как сразу же происходит повышение общей работоспособности. Это подтвердит вам любой практикующий врач.

Во-вторых, необходима определенная активизация симпатико-адреналовой системы и достаточное содержание в крови глюкокортикоидных гормонов. Во время интенсивных тренировок происходит сильная активизация симпатико-адреналовой системы и массивный выброс в кровь глюкокортикоидов. Глюкокортикоиды оказывают катаболическое действие на все органы и ткани за исключением печени. В печени под влиянием глюкокортикоидов, наоборот, усиливается анаболизм и происходит быстрый синтез ферментов глюконеогенеза. В процессе тренировки под влиянием глюкокортикоидов происходит умеренный рабочий распад мышечной и жировой тканей. Продукты этого распада утилизируются печенью с образованием глюкозы.

В-третьих, только регулярные физические тренировки могут быть основой нарастания мощности глюконеогенеза. Глюконеогенез, как и любая другая функция организма, поддается тренировке. Если у нетренированного человека мощность глюконеогенеза при физической работе может возрасти в 5 раз, то у квалифицированного спортсмена мощность глюконеогенеза может возрасти в 20 раз и более. В организме высококвалифицированных спортсменов глюконеогенез развит настолько хорошо, что его мощность нарастает прямо пропорционально нарастанию количества молочной кислоты в крови.

Молочная кислота, образующаяся в мышцах недостаточно хорошо проникает в кровь и плохо утилизируется в процессе глюконеогенеза. В этом случае организм приспособляется к работе путем уменьшения количества образующейся молочной кислоты. У высококвалифицированных атлетов пост тренировочное количество молочной кислоты непосредственно в мышечной ткани более чем в 2 раза ниже, чем у атлетов низкой квалификации.

Мощность глюконеогенеза - один из основных факторов (если только не самый основной), от которого зависит выносливость.

С момента открытия глюконеогенеза постоянно делались попытки активизировать его различными фармакологическим путем. Вначале с этой целью использовали амфетамины: фенамин, первитин и др. Амфетамины являются мощным активизатором глюконеогенеза, причем под действием амфетаминов в

глюконеогенезе утилизируется в основном жировая ткань. Со временем выяснилось, что амфетамины нельзя вводить в организм слишком часто, т.к. они истощают резервы катехоламинов в центральной нервной системе. Их стали использовать только изредка, во время соревнований, да и то в ограниченных количествах, т.к. даже однократное введение большой дозы амфетаминов может привести к нервному срыву, который потом вообще ничем не вылечить. Только после участвовавших трагических случаев среди высококвалифицированных спортсменов, амфетамины в спорте были строгойше запрещены.

Одно время заманчивым казалось применение глюкокортикоидных гормонов, ведь они являются самым сильнодействующим фактором, активизирующим глюконеогенез. Даже однократное введение глюкокортикоидов повышает выносливость (в т.ч. и силовую) на 70% (!). Со временем оказалось, однако, что при повторном введении эффект от глюкокортикоидов снижается, а их катаболическое действие на мышечную ткань увеличивается. Поэтому от использования глюкокортикоидов в тренировочном процессе тоже пришлось отказаться. Тем не менее, находятся “смельчаки”, которые применяют их в качестве допинга до сих пор.

Также активизируют глюконеогенез анаболические стероиды. Особенно сильной активизации глюконеогенеза удается добиться при сочетании анаболических стероидов с глюкокортикоидными гормонами, однако ни о каком наращивании мышечной массы здесь не может быть и речи из-за сильного катаболического действия глюкокортикоидов, которое едва-едва удается «прикрыть» стероидами. Поскольку и анаболические стероиды и глюкокортикоиды относятся к допингам, их применение в соревновательном периоде строгойше запрещено. Да и побочных действий при длительном применении развивается немало.

Совершенно новый этап в фармакологии глюконеогенеза был открыт с изобретением актопротекторов. Актопротекторы - совершенно новый класс веществ, повышающих выносливость. Их действие основано на том, что они избирательно стимулируют синтез глюконеогенеза в печени, почках и кишечнике, больше ни на что не влияя. Актопротекторы, таким образом, отдалают поступление тренировочного утомления и позволяют выполнить больший объем физической работы, в т.ч. силового характера. Актопротекторы малотоксичны, не вызывают привыкания к стимуляции. К допинговым препаратам не относятся. Актопротекторы хороши тем, что их можно использовать как в тренировочном, так и в соревновательном периодах, не опасаясь развития каких-либо побочных действий. Правильное применение актопротекторов повышает работоспособность в 1,5-2 раза и их эффект вполне сравним с эффектом глюкокортикоидных гормонов. Помимо усиления глюконеогенеза, актопротекторы повышают проницаемость клеточных мембран для глюкозы, что благоприятно сказывается на энергетическом потенциале клеток.

Клиническую проверку в настоящее время проходит полтора десятка препаратов, однако, в продаже имеется пока лишь только один актопротектор - бемитил.

Даже среди давно известных нам фармакологических средств имеются препараты, значительно стимулирующие глюконеогенез. Так, например, дибазол -

старое известное лекарство от повышенного артериального давления, тоже способен стимулировать глюконеогенез. Дибазол к тому же обладает слабым успокаивающим действием. С целью повышения спортивной работоспособности дибазол принимают всего по 1 т. в день (по 20 мг). Дибазол, по-видимому, имеет смысл использовать с целью повышения выносливости тем спортсменам, которые имеют склонность к повышению артериального давления.

Значительной активизации глюконеогенеза удается добиться при введении в организм больших количеств витамина А (от 100 тыс. ЕД до 1 млн. ЕД). При передозировке бывают побочные действия (витамин А способен накапливаться в организме), однако они быстро проходят после отмены препарата.

Как это ни странно может показаться на первый взгляд, глюконеогенез стимулируется малыми дозами алкоголя (менее 250 мг на 1 кг массы тела), однако, вряд ли алкоголь имеет перспективу в качестве стимулятора работоспособности.

Неплохо активизируется глюконеогенез адреналином, а также любыми средствами, стимулирующими надпочечники. Очень хорошо активизирует глюконеогенез такое широко распространенное средство повышения выносливости, как глютаминовая кислота. Принимать ее, однако, нужно в больших дозах от 10 до 25 г в сутки. Иначе эффекта не последует. Эти дозы сравнимы с теми количествами глютаминовой кислоты (18-20 г), которые мы получаем с пищей. Если кислая реакция нежелательна, глютаминовую кислоту растворяют в воде и превращают в глютаминат натрия, восстанавливая обычной водой. Особенно сильно глютаминовая кислота активизирует процесс глюконеогенеза в кишечнике.

## **II. Кетоновые тела**

Кетоновые тела являются продуктом неполного окисления жирных кислот и накопление их в крови во время больших физических нагрузках вызывает ацидоз, который по своим количественным характеристикам уступает только молочнокислому. Жирные кислоты при сгорании дают намного больше энергии, чем углеводы или белки, однако их окисление в организме идет с трудом, они плохо проникают через клеточные мембраны и т.д. Решив проблему с окислением жиров, мы могли бы одновременно убить 2-х зайцев: повысить общий энергетический потенциал организма и одновременно «избавиться» от таких токсинов усталости, как кетоновые тела.

В настоящее время есть только одно узкоспециализированное средство для активизации окисления жирных кислот и устранения кетонового ацидоза. Это карнитин. Мы уже писали подробно об этом препарате. Отметим лишь то, что карнитин совершенно безвреден. Он повышает проницаемость клеточных мембран для жирных кислот и усиливает окисление жирных кислот внутри клетки. Принимать его нужно в больших дозах (по 6-8 г в сутки). Меньшие дозы эффекта не дают. Справедливости ради, следует отметить, что печень здорового человека сама по себе способна синтезировать карнитин. Особенно хорошо карнитин синтезируется у тех спортсменов, которые длительно тренируются на выносливость.

Все средства, усиливающие глюконеогенез, также будут способствовать полной утилизации жирных кислот. Во-первых, это происходит потому, что

жирные кислоты утилизируются в процессе глюконеогенеза и превращаются в глюкозу. И, во-вторых, сама по себе образующаяся в процессе глюконеогенеза глюкоза способствует более полному окислению жирных кислот. Не будем забывать, что образование кетоновых тел есть результат развивающегося в процессе тренировки углеводного дефицита. У биохимиков существует выражение: жиры сгорают в огне углеводов. Минимальное количество углеводов для нормального окисления жиров при этом необходимо.

Логично было бы предположить, что небольшие дозы углеводов, принимаемые во время тренировок и соревнований, будут способствовать более полному окислению жиров и повышению энергетического потенциала организма в целом. Спортивная практика это полностью подтверждает.

Бегуны на длинные дистанции на протяжении десятилетий принимают углеводные напитки. Сначала считалось, что углеводы, принятые на дистанции, полностью расходуются на энергетические нужды. Потом выяснилось, что они не столько расходуются сами, сколько усиливают окисление жиров. Механизм окисления жиров у бегунов на длинные дистанции развит исключительно хорошо.

В последние несколько лет употребление умеренных доз углеводов на протяжении всей тренировки получило широкое распространение среди спортсменов силовых видов спорта. Сладкий раствор (вода с вареньем, концентрированный сок, компот и т.д.) рекомендуется принимать по 100-150 мл в начале тренировки и затем через каждые 15 мин. тренировки. Как общая, так и специальная выносливость при этом повышаются, а развитие утомления отодвигается по времени.

Также выпускаются специальные спортивные углеводные напитки для углеводной загрузки в процессе тренировки, которые можно приобрести в специализированных магазинах спортивного питания.

В состоянии покоя прием глюкозы или сахара внутрь блокирует процесс глюконеогенеза. Глюконеогенез становится попросту ненужным. Однако совсем иная картина наблюдается при больших физических нагрузках. Малые дозы углеводов несколько не тормозят глюконеогенез, т.к. обеспечивают энергией адаптивный (приспособительный) синтез глюконеогенных ферментов в печени, почках и кишечнике.

### **III. Продукты гниения и брожения в кишечнике**

Для устранения процессов гниения и брожения в кишечнике необходимо сосредоточить свое внимание на полном переваривании употребляемых продуктов. Для этого необходимо:

1. Исключить переедание, если таковое имеет место, т.к. переваривающая способность желудочно-кишечного тракта ограничена определенными пределами.
2. Переваривающая способность желудочно-кишечного тракта может быть повышена с помощью пищеварительных ферментов. Прием таких препаратов, как фестал, панкреатин, трифермент и др., позволит усвоить большие, чем обычно, количества пищи.
3. Устранить заболевания пищеварительной системы, если таковые имеют место.

4. Соблюдать принципы раздельного питания: пить только до еды, углеводную пищу употреблять отдельно от белковой.
5. Избегать грубой мясной пищи, содержащей толстые мышечные волокна (грубоволокнистое мясо). Оболочки таких мышечных волокон перевариваются с трудом, а иногда вообще не перевариваются.
6. Избегать употребление слишком большого количества клетчатки, которая не переваривается (злаковые культуры, бобовые, овощи и фрукты).
7. Для создания полезной микрофлоры кишечника рекомендуется употреблять в пищу как молочнокислые продукты диетического питания (ацидофильные и др.), так и специальные бактериальные препараты (лактобактерин, бифидок, бифидумбактерин и др.)
8. Жевать пищу очень тщательно и подвергать ее достаточной кулинарной обработке.

#### **IV. Продукты азотистого обмена**

С токсическими продуктами азотистого обмена бороться нелегко. В основном в ход идут препараты, улучшающие функцию печени (диксорин, карсил, эссенциале, лив-52 и т.д.) и почек. Очень хорошим дезинтоксикационным действием обладает глютаминовая кислота, которая связывает токсичный аммиак и превращается в нетоксичный глутамин. Глутамин уже используется в процессе белкового синтеза. Анаболические стероиды способствуют фиксации азотистых соединений в организме, которые идут на нужды белкового синтеза. Но используются при этом стероиды только в очень малых дозах, чтобы не вызвать повреждения печени.

Дезинтоксикационная функция печени повышается под действием больших доз аскорбиновой кислоты и рутина (3-5 г/сут), под действием липоевой кислоты (до 1 г/сут), пантотената кальция - витамина В5 (3 г/сут), пангамата кальция - витамина В15 (0,5-1 г/сут), кобамамида - коферментной формы витамина В12 (до 1 мг/сут).

#### **V. Свободные радикалы**

Для нейтрализации избыточного количества свободных радикалов в организме существуют свои мощные системы защиты, однако и их порой бывает недостаточно, и здесь представляется целесообразным использование фармакологических препаратов, прежде всего некоторых витаминов. Аскорбиновая кислота, витамины группы Р, никотиновая и бензойная кислоты являются сильными антиоксидантами. Будучи назначенными в достаточно больших дозах они повышают устойчивость клеточных мембран к действию химически агрессивных свободных радикалов. Исключительно сильным антиоксидантным действием обладает бета-каротин - природный пигмент, придающий оранжевый цвет моркови. Лимонная кислота является не только антиоксидантом, но - также сильным антигипоксантом и энергизатором.

Классическим витамином с антиоксидантным действием является витамин Е (альфа-токоферол), который, помимо своего антиоксидантного действия, обладает способностью снижать потребность организма в кислороде и повышать работоспособность.

Антиоксидантным действием в той или иной степени обладают витамины группы К, азотистые соединения, карнозин и анзерин, фосфолипиды (лецитин), микроэлемент селен.

Существует узкоспециализированная группа фармакологических препаратов, которая выполняет в организме почти исключительно антиоксидантную роль. Это такие препараты, как дибунол, эмоксипин, мексидол, убинон. Особенно широко в спортивной практике применяются эмоксипин, мексидол и убинон. Мексидол проявляет не только антиоксидантное, но также и противогипоксическое действие, повышая устойчивость организма к недостатку кислорода. Как следствие, значительно повышается выносливость. Сильное антигипоксическое действие мексидола обусловлено тем, что он является солью янтарной кислоты.

Антиоксиданты в рекомендуемых дозировках нетоксичны. Они не только повышают работоспособность, но и также задерживают старение клеточных мембран, способствуя долголетию, замедляют развитие возрастного атеросклероза, задерживают развитие злокачественных опухолей.

### **Отказ организма.**

Коллапс (обморок), связанный с физическими нагрузками (КФН), — наиболее частая причина оказания неотложной медицинской помощи спортсменам во время проведения соревнований по различным видам спорта на выносливость.

Патофизиологический механизм КФН заключается в развитии постуральной гипотензии (падения артериального давления), возникающей из-за остановки действия так называемой «мышечной помпы» работающих мышц (которые при своем сокращении и расслаблении подобно насосу способствуют перекачиванию крови) после резкого окончания нагрузки и сопутствующего расширения многочисленных СОСУДОВ кожи. КФН обычно происходит у спортсменов после финиша. В случае наступления коллапса непосредственно во время состязания можно заподозрить более серьезную, чем просто постуральная гипотензия, проблему со здоровьем. Для постановки предварительного диагноза требуется краткое обследование и оценка состояния спортсмена. Первая помощь при КФН: обеспечить горизонтальное положение тела спортсмена с поднятыми вверх ногами (и тазом).

### **Определение КФН**

В литературе дается несколько различных определений КФН. Некоторые авторы связывают постуральную гипотензию с прочими причинами коллапса, в то время как другие четко выделяют КФН среди иных состояний (считая его следствием постуральной гипотензии). Хольцхаузен и пр. дают следующее определение КФН: «Неспособность самостоятельно сохранять вертикальное положение тела или идти из-за помрачения сознания, резкой слабости, головокружения или обморочного состояния». Данное определение можно дополнить наличием связи коллапса с окончанием нагрузки и наличием четко выраженного постурального ответа — падением систолического артериального давления более чем на 20 мм рт. ст. при перемене положения тела из вертикального — в горизонтальное.

Причины развития коллапса во время или после физической нагрузки

### **Коллапс, связанный с физическими нагрузками (КФН):**

- Мышечные судороги
- Гипертермия (перегревание)
- Гипотермия (переохлаждение)
- Гипонатриемия (снижение уровня натрия в крови)
- Гипогликемия (снижение уровня глюкозы крови)
- Остановка сердца
- Другие патологические состояния
- Скелетно-мышечные заболевания

Ранее КФН называли «тепловым истощением» или «тепловым ударом», однако эти термины неверны. Отсутствуют свидетельства того, что у спортсменов в состоянии КФН после прекращения нагрузки температура ядра тела была выше, чем у спортсменов, не подвергшихся коллапсу после выполнения данной физической нагрузки. Также пациентам с КФН не требуется активное охлаждение организма, применяемое при тепловых ударах — истинном следствии перегревания при физических нагрузках. Как часто происходит при проведении исследований в данной области, отсутствие в протоколах исследования контрольных групп ведет к созданию и распространению неверных гипотез.

### **Где и когда**

Во время соревнований по спортивной ходьбе частота развития коллапса составляет от 0,2% до 3,7%. За двенадцатилетнюю историю проведения марафона Twin Cities отмечено 1,13% случаев КФН среди общего количества стартовавших спортсменов. Перепад температур за время четырехчасовой гонки составил от 5 до 20°C, а частота обращений за медицинской помощью составила 25,3 случая на 1000 финишировавших, причем в 59% случаев медицинская помощь оказывалась именно в связи с развитием КФН.

а соревнованиях по триатлону со сверхдлинными дистанциями КФН отмечался у 17-21% всех стартовавших. Применяя более строгий подход (отбрасывавший иные причины коллапса), Спида и др. по результатам Ironman Triathlon сообщали, что 27% общего числа спортсменов, которым потребовалась медицинская помощь, обратились за пей из-за развития КФН.

### **Постуральная гипотензия**

Считается, что причиной КФН является постуральная гипотензия, вызванная резким прекращением физической нагрузки, особенно в условиях жаркой погоды. Адольф (Adolph) первым высказал предположение о том, что причина «теплого истощения» после физических нагрузок кроется в постуральной гипотензии. Аналогичным образом Эйхна и др. (Eichna et al.) пришли к выводу, что причиной постуральной гипотензии в результате прекращения физической нагрузки является отток и депонирование крови в нижних конечностях.

Хольцхаузен (Holtzhausen) с коллегами отмечали, что у 85% пациентов с КФН он развился после прекращения 56-километрового ультрамарафона, а не во время состязания, а также — что практически у всех финишировавших наблюдалась постуральная гипотензия, зачастую в весьма острой форме. Это подтолкнуло их к выводу о том, что гипотезы Адольфа и Эйхны могут объяснить

причину коллапса непосредственно по окончании забега. Прекращение работы «мышечной помпы» икроножных мышц сразу после завершения забега приводит к нарушению венозного оттока, накоплению и застою крови в венах нижних конечностей, вызывая падение давления наполнения правого предсердия сердца, что, в свою очередь, приводит к падению артериального давления и последующему обмороку. Подобная декомпенсация кровообращения часто усиливается повышенным из-за перегревания накоплением венозной крови мышцами и кожными покровами из-за расширения их венозного русла. Еще одним фактором может быть рефлекс правого предсердия - парадоксальное расширение кровеносных сосудов скелетной мускулатуры при резком падении давления крови в правом предсердии сердца (рефлекс Баркрофта-Эдхольма).

В некоторых случаях постуральная гипотензия может быть вызвана уменьшением объема циркулирующей крови в результате потери воды из-за усиленного потоотделения, диареи, рвоты. Однако подтверждений того, что организм спортсменов, испытывающих после соревнований КФН, оказывается сильнее обезвожен, чем у контрольной группы финишировавших в этой же группе спортсменов, не испытывавших коллапс, нет. Кроме того, обезвоживание с потерей до 5% воды от исходного уровня не влияет на сердечно-сосудистую деятельность при нагрузках в положении лежа на спине, в то время как при нагрузках на организм, находящийся в вертикальном положении, эти изменения уже значимы. Это указывает на то, что основной причиной нестабильной сердечно-сосудистой деятельности во время нагрузок у здоровых спортсменов является положение тела, а не степень обезвоживания.

Теория развития постуральной гипотензии в момент прекращения нагрузок основана на исследованиях Хольцхаузена и др., отмечавших, что у 85% спортсменов, потребовавших оказания медицинской помощи во время 56-километрового ультрамарафона, коллапс наступил после забега. На основании этого факт прекращения нагрузки был признан важным для механизма развития коллапса. У всех указанных бегунов произошло постуральное падение давления сразу же по окончании соревнования, и оно не было выявлено при повторном осмотре 24 часа спустя. В то же время, у всех бегунов, испытывавших коллапс во время гонки, были обнаружены четко выраженные патологические состояния, ставшие причиной обморока. Только у 34% бегунов с коллапсом после финиша были обнаружены другие причины коллапса (в основном это были гипогликемия и тепловой удар). Состояние сердечно-сосудистой системы при обследовании бегунов с КФН было нормальным, когда они находились в положении лежа. У них не было длительной гипотензии и тахикардии, наблюдавшихся у спортсменов, перенесших шок или тепловой удар. Показатели температуры ядра тела у спортсменов, подвергшихся КФН, не отличалось от аналогичных показателей других бегунов. Есть и другие свидетельства того, что у большинства спортсменов с КФН температура тела не поднималась выше 39°C.

Ранее причинами КФН считали перегревание, вызванное обезвоживанием. Хольцхаузен и др. выступили против этой теории, утверждая, что если бы обезвоживание было основной причиной КФН, то коллапс должен был бы развиваться во время соревнований, когда нагрузка на сердечно-сосудистую систему является максимальной. Более того, они отмечали одинаковую степень

потери жидкости бегунами, подвергшимися коллапсу, и спортсменами из контрольной группы, не испытывавшими КФН. Было продемонстрировано и отсутствие зависимости степени постурального падения артериального кровяного давления от степени обезвоживания организма за время гонки.

### **Дифференциальный диагноз**

Очень важно уметь отличать безобидный вариант коллапса от тяжелого коллапса, вызванного серьезным заболеванием. В последнем случае медицинскую помощь спортсмену необходимо оказать как можно скорее. При работе со спортсменом, подвергшимся коллапсу, в первую очередь необходимо поставить предварительный диагноз. Хольцхаузен и Ноукс считают, что главной причиной оказания неадекватной медицинской помощи таким спортсменам является неправильная постановка диагноза перед началом лечения. Это происходит из-за того, что врачи боятся любых задержек с началом лечения, считая, что это может сказаться на исходе. В действительности, начало мероприятий неотложной помощи при таких серьезных состояниях как гипертермия и гипонатриемия вполне может быть отсрочено на 1-2 минуты до момента постановки рабочего диагноза. Исключением являются лишь случаи остановки сердца, которые крайне редко происходят во время соревнований и не представляют трудности для диагностики.

Еще одной возможной причиной начала лечения до постановки диагноза является ошибочная уверенность в том, что главной причиной коллапса является обезвоживание, а лучшим средством лечения — внутривенное введение жидкости для восполнения ее потери.

### **Оценка состояния спортсмена при коллапсе**

Первичная оценка состояния спортсмена должна проводиться быстро, но тщательно. Лучше всего производить ее, когда спортсмен находится в положении лежа, с опущенным изголовьем. Необходимо помнить, что коллапс, развившийся у спортсмена до достижения им финиша, обычно вызван серьезными проблемами со здоровьем и требует срочного медицинского вмешательства.

Первичное обследование спортсмена при коллапсе

### **Оценка сознания и психического состояния:**

- Температура тела (ректальная)
- Систолическое артериальное давление
- Частота пульса
- Водный баланс (признаки обезвоживания)
- Обстоятельства падения
- Изменение веса тела
- Концентрация натрия в крови
- Уровень глюкозы крови

**Оценка сознания и психическое состояние** — единственный наиболее важный клинический симптом, если спортсмен все еще находится без сознания или его психическое состояние неадекватно даже в положении лежа, скорее всего, у него симптоматическая гипонатриемия, тяжелая гипогликемия, сильное перегревание или тепловой удар, или, как это ни парадоксально, гипотермия.

**Температура ядра тела** измеряется, в первую очередь, чтобы исключить тепловой удар как причину нарушения психического состояния. Очень важно в данном случае измерять температуру именно ректально, а не подмышечной или ушной области, поскольку только ректальная температура способно точно отражать температуру ядра тела в полевых условиях. Находящемуся без сознания спортсмену с ректальной температурой выше 41,6°C можно ставить диагноз «тепловой удар», в то время как аналогичный пациент с ректальной температурой ниже 40°C, нормальными пульсом и артериальным давлением, скорее всего, испытывает гипонатриемию (нарушение электролитного баланса).

Пульс и артериальное давление необходимо измерять в двух положениях: стоя и лежа (если состояние спортсмена позволяет это сделать). Это поможет выявить наличие и тяжесть постуральной гипотензии.

Признаки обезвоживания включают в себя: сухость во рту, сниженный тургор кожи, а также сохраняющиеся, несмотря на поднятие ног и таза, гипотензию (систолическое АД ниже 90 мм рт.ст.) и тахикардию (ЧСС выше 100 ударов в мин.). Важным симптомом обезвоживания является также отсутствие слюны, но самым точным методом определения степени обезвоживания является измерение веса, потерянного спортсменом за время забега. Спиди и др. (Speedy et al.) рекомендуют обязательное взвешивание спортсменов, участвующих в соревнованиях по триатлону со сверхдлинными дистанциями. Это позволит иметь точные данные изменения веса и состояния водного баланса организма спортсмена в случае, если после соревнования ему понадобится медицинская помощь.

Признаки гипергидратации (избыточного содержания воды в организме) включают в себя: нарушение психического состояния в результате гипонатриемии, прибавку в весе за время забега, а также отеки рук и пальцев кисти.

Если имеется такая возможность, необходимо измерить концентрацию натрия и уровень глюкозы крови, поскольку гипонатриемия — основная причина серьезных нарушений состояния здоровья спортсменов, участвующих в соревнованиях на выносливость. Измерение уровня натрия особенно важно в тех случаях, если официально поощряется положение вещей, когда спортсмены «пьют как можно больше» во время физических нагрузок — в таком случае вероятность гипонатриемии особенно велика. Конечно, самой важной профилактической мерой является обучение спортсменов поддержанию «оптимального, а не максимального» водного баланса.

Таким образом, данные, полученные при первичном обследовании должны содержать информацию о потреблении спортсменом жидкости и углеводов, диурезе, наличии диареи или рвоты, приеме каких-либо лекарств и сопутствующих заболеваниях. Дальнейшее медицинское обследование может быть проведено после постановки предварительного диагноза и проведения мероприятий неотложной помощи.

### **Лечение**

При КФН рекомендуется перевести спортсмена в горизонтальное положение, дать ему обильное питье и поднять ноги и тазовую область

приблизительно на 15 см выше уровня головы. Динамика состояния сердечно-сосудистой системы должна оцениваться каждые 15 минут. Внутривенное введение жидкостей нецелесообразно, пока не будет получена реакция организма на поднятие нижних конечностей. Если диагноз поставлен правильно, стабильность кровообращения спортсмена в положении лежа с опущенным изголовьем и поднятыми нижними конечностями почти сразу восстанавливается, и через 10-30 минут он сможет встать и передвигаться без посторонней помощи.

Наши клинические наблюдения показывают, что чем быстрее применяются данные меры, тем быстрее происходит восстановление спортсмена.

Нежелательно проводить внутривенное введение жидкости, если спортсмен находится в положении лежа, по нижние конечности не приподняты, поскольку это замедлит отток крови из расширенных вен ног. Также по одному из исследований не подтвердило, что внутривенное вливание жидкостей помогает спортсменам восстанавливаться быстрее. Хольцхаузен и Поукс заявляют, что, несмотря на поднятие ног и тазовой части тела, внутривенная диффузионная терапия может быть показана при сохраняющихся тахикардии и гипотензии. Случаи, требующие внутривенного вливания жидкостей, по результатам соревнований Ironman Triathlon, были весьма редки. За первые два года проведения этих южноафриканских состязаний ни одному из спортсменов с КФН не понадобилась внутривенная инфузионная терапия. Более того, все они быстро пришли в норму после принятия положения лежа с опущенным изголовьем носилок.

Показания для внутривенного введения жидкости при КФН

**Внутривенная инфузионная терапия показана ТОЛЬКО когда у пациента:**

- Присутствуют клинические признаки обезвоживания (например, сухость слизистых оболочек, отсутствие слюноотделения, пониженный тургор кожи).
- Наблюдается обезвоживание, вызывающее симптомы сердечно-сосудистой недостаточности.
- Отсутствует возможность приема жидкости через рот.
- Наблюдается потеря сознания и уровень натрия в сыворотке крови превышает 130 ммоль/л.

Профилактика КФН включает проведение соответствующей «заминки» после прекращения нагрузки (чтобы избежать развития постуральной гипотензии при резком прекращении физической нагрузки) и отказ от горячего душа сразу по окончании соревнований. Если спортсмен чувствует приближение обморока, он должен, по возможности, лечь и приподнять ноги и область таза.

### **Другие распространенные проблемы**

Помимо постуральной гипотензии, медики, обслуживающие соревнования, могут столкнуться со следующими распространенными проблемами и ситуациями:

Мышечные судороги, связанные с физическими нагрузками — «болезненное спазматическое произвольное сокращение скелетных мышц, происходящее во время или сразу же после нагрузки на них» — также частая причина обращения за медицинской помощью. Точная причина этого явления пока не установлена, хотя оно может быть связано с нарушением электролитного и/или

водного баланса организма. Швелльнюс и др. (Schwellnus et al) предположили, что судороги вызываются усталостью мышечных волокон, приводящей к нарушениям контроля альфа-моторных нейронов на уровне спинного мозга. Лечение заключается в фиксации сведенной мышцы в растянутом состоянии с помощью ее пассивного растягивания.

Гипонатриемия — это снижение концентрации натрия в сыворотке крови ниже уровня 135 ммоль/л. Она чаще встречается у триатлонистов, однако описаны случаи гипонатриемии у марафонцев и ходоков. Гипонатриемия может быть симптоматической и бессимптомной. Причиной тяжелой симптоматической гипонатриемии является избыток жидкости в организме («отравление водой»).

При наличии у спортсмена нарушений психического состояния при нормальной температуре тела, наиболее вероятная причина — гипонатриемия. Также симптомами гипонатриемии являются: головная боль, нарушение координации движений, бред, судороги и кома. Отечность рук и пальцев кисти также достаточно явно свидетельствует об избытке воды в организме. Если состояние спортсмена стабильно, отсутствуют признаки отека мозга или легких, медицинская помощь может быть оказана на месте — в медпункте, обслуживающем соревнования.

Лечение легкой степени гипонатриемии заключается просто в наблюдении за пациентом в течение нескольких часов, поскольку излишки воды, как правило, выводятся самопроизвольно с мочой. Или можно дать спортсмену небольшую дозу мочегонного, чтобы ускорить этот процесс. Спортсменов, у которых наблюдаются более тяжелые случаи гипонатриемии, необходимо срочно госпитализировать, поскольку могут развиваться осложнения в виде судорог и комы, что может привести даже к летальному исходу. О необходимости госпитализации и принятия экстренных мер свидетельствуют концентрация натрия в сыворотке крови ниже 125 ммоль/л, нарушения психики, судороги или отек легких. Таким пациентам нельзя вводить жидкость ни через рот, ни внутривенно, поскольку они и так уже страдают от ее избытка. Исключением может стать рациональное использование гипертонического солевого раствора при наличии у спортсмена комы или судорог.

Диагноз «Тепловой удар» ставится в случае, когда ректальная температура спортсмена выше 41,5°C и наблюдается нарушение психики. При тепловом ударе необходима немедленная помощь, заключающаяся в снижении температуры тела. Простейшим и наиболее эффективным способом является погружение тела спортсмена на 5-10 минут в ванну с водой и льдом (руки и ноги в воду не погружают). Погружение в ледяную воду способно снижать температуру тела на 1°C в минуту и, спустя 5-10 минут, температура должна понизиться до 38°C. Внутривенная инфузионная терапия может быть показана для коррекции сопутствующего обезвоживания и стабилизации кровообращения. В то же время, избыток жидкости может вызвать у пострадавших от теплового удара сердечную недостаточность и отек легких, поэтому внутривенное введение жидкостей следует применять с осторожностью.

Гипотермия (переохлаждение) считается тяжелой при ректальной температуре ниже 30°C, средней — при 30-34°C, и легкой — при 34° — 36°C. При легком переохлаждении необходимо сменить мокрую одежду

на сухую, защитить спортсмена от дождя и ветра, а также изолировать его от земли. Если психическое состояние находится в норме, спортсмену можно предложить горячее питье. Пациентов со средней или сильной степенью переохлаждения необходимо осторожно обернуть в одеяло и немедленно госпитализировать для пассивного прогревания. В условиях сильного переохлаждения может возникнуть фатальная аритмия -фибрилляция желудочков, поэтому транспортировка в госпиталь должна быть очень аккуратной, а физическая активность пациента сведена к минимуму.

Гипогликемия является неординарной проблемой для соревнований на выносливость. В группу риска попадают спортсмены, участвующие в забегах на сверхдлинные дистанции, с недостаточным потреблением углеводов. Лечение заключается во внутривенном введении растворов глюкозы.

Самой частой причиной КФН является постуральная гипотензия, вызванная застоем венозной крови в ногах и тазовой области. Резкое падение давления наполнения в правом предсердии, вызывающее рефлекторную гипотензию, также может стать причиной КФН. Спортсмена, с которым случился коллапс, необходимо поместить в положение лежа с опущенным изголовьем и приподнять ноги и тазовую область, одновременно проведя первичное обследование для выявления более тяжелых состояний и заболеваний, ставших причиной коллапса (например, теплового удара, гипонатриемии или гипогликемии). После установки предварительного диагноза можно начинать специфическое лечение.

*Контрольные вопросы:*

- 1. Охарактеризуйте субъективные и объективные показатели самоконтроля?*
- 2. Какую информацию о состоянии организма во время занятий физическими упражнениями студент может собрать при помощи самоконтроля?*
- 3. Какие существуют виды диагностики?*
- 4. На что направлен и что включает в себя врачебный контроль?*
- 5. Каково содержание педагогического контроля?*
- 6. С помощью каких основных показателей можно оценить уровень функционального состояния и тренированности?*
- 7. Как оценить физическое состояние при помощи тестирования и контрольных нормативов?*
- 8. Антропометрические признаки физического развития. Рост, вес, окружность грудной клетки, ручная динамометрия. Методика определения артериального давления.*
- 9. Частота и ритмичность сердечных сокращений в покое и после нагрузки.*
- 10. Границы интенсивности нагрузок в условиях самостоятельных занятий у лиц разного возраста.*
- 11. Взаимосвязь между интенсивностью нагрузок и уровнем физической подготовленности.*
- 12. Специальная физическая подготовка.*
- 13. Методы спортивной тренировки.*
- 14. Методы развития выносливости.*
- 15. Методы развития силы.*

16. *Характеристика и разновидности умственного труда, его отличительные особенности.*
17. *Влияние умственного труда на организм – острое и хроническое.*
18. *Умственное утомление и усталость.*
19. *Умственное переутомление, его признаки и причины.*
20. *Основа умственной работоспособности и факторы ее определяющие.*
21. *Изменения состояния работоспособности в течение трудового дня. Периоды работы.*

#### *Литература*

1. Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И., Гайворонский А.И. Анатомия и физиология человека. – М.: «Академия», 2011.
2. Миловзорова М. С. Анатомия и физиология человека. М: Медицина, 1972.
3. Федюкович Н.И. Анатомия и физиология человека. Ростов-на-Дону: «Феникс», 2009.

## Тема 17: Физические нагрузки при пониженном атмосферном давлении.

*План:*

1. *Адаптация к низкому атмосферному давлению.*
2. *Признаки гипоксии.*
3. *Физиологические и патологические изменения в организме при гипоксии.*
4. *Физиологические механизмы акклиматизации.*
5. *Повышение физиологии адаптации.*

Высоты до 1000 м над уровнем моря принято считать низнегорьем, от 1000 до 3000 м — среднегорьем и выше 3000 м — высокогорьем.

Основные тренировки, а иногда и соревнования проводятся на высотах 2500-3000 м, т. е. в среднегорье.

Первые дни нахождения человека в среднегорье сопровождаются снижением аэробных возможностей, увеличением энерготрат на одну и ту же нагрузку, ухудшением функционального состояния организма, вялостью, нарушением сна. По прошествии 10-15 суток наступает адаптация, которая характеризуется тем, что в покое и при умеренной мышечной деятельности люди чувствуют себя хорошо; тяжелые физические нагрузки затруднены, главным образом, вследствие снижения напряжения кислорода в крови (гипоксемия).

При снижении парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе, альвеолярном воздухе и в крови может развиваться патологическое состояние — гипоксия. Первые ее признаки появляются при снижении парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе ниже 140 мм.рт.ст. (нормальная величина на уровне моря около 160 мм.рт.ст.), что возможно на высоте 1500 м и более. Гипоксию нередко называют «коварным» патологическим состоянием. В основе коварства лежит характерная триада признаков:

- эйфория (повышенное настроение),
- потеря сознания без предвестников, на хорошем психоэмоциональном фоне,
- ретроградная амнезия (утрата памяти о предшествующем событии).

Изменения функций организма при гипоксии носят адаптационный и компенсаторный характер и направлены на борьбу с кислородной недостаточностью. Это проявляется прежде всего усилением функций органов дыхания и кровообращения, увеличением количества эритроцитов, гемоглобина, объема циркулирующей крови и возрастанием ее кислородной емкости.

При значительной степени кислородной недостаточности или ухудшении компенсаторных реакций в организме человека развивается ряд физиологических и патологических изменений, получивших название горной или высотной болезни. Она проявляется снижением подвижности базовых нервных процессов, нарушением функций вегетативных и сенсорных систем, координации движений, уменьшением показателей физической работоспособности. Субъективные признаки выражаются головной болью, головокружением, они сопровождаются носовыми кровотечениями, одышкой, тошнотой, рвотой, возможна потеря сознания.

По мере пребывания на высоте устойчивость организма к недостатку кислорода повышается, улучшается самочувствие людей, стабилизируются функции организма и физическая работоспособность. Другими словами,

развивается адаптация людей или частный ее случай — акклиматизация, которая осуществляется по двум физиологическим механизмам:

- а) путем повышения доставки кислорода тканям вследствие нормализации функций кислородтранспортной системы,
- б) приспособлением органов и тканей к пониженному содержанию кислорода в крови и уменьшением вследствие этого уровня метаболизма.

В первые дни пребывания в условиях среднегорья физическая работоспособность снижается как по прямым, так и по косвенным ее показателям. Особенно существенно снижение работоспособности в тех видах спорта, для которых характерен значительный кислородный запрос (бег на средние и длинные дистанции, плавание, велосипедные и лыжные гонки). Главной причиной снижения работоспособности в этих условиях является увеличение кислородного долга. В видах спорта, где работа протекает преимущественно в анаэробных условиях (гимнастика, акробатика, тяжелая атлетика, спринтерский бег), результаты практически не изменяются.

После пребывания спортсменов в среднегорье и по возвращении их на равнину, в течение 3-4 недель сохраняется повышенная физическая работоспособность, а спортивные результаты нередко улучшаются. Физиологический смысл этого явления заключается в адаптации организма к условиям гипоксии. По этой причине перед ответственными соревнованиями, особенно в видах спорта на выносливость, рекомендуются тренировки спортсменов в горных условиях или в специальных рекомпрессионных камерах. Разработана также тренировка с дыханием в замкнутом пространстве (к примеру, в резиновый мешок), в котором по мере дыхания снижается содержание кислорода.

Находясь на высотах выше уровня моря, спортсмен вынужден выполнять интенсивные физические нагрузки в условиях пониженного атмосферного давления (гипобарии) и сниженного парциального давления кислорода (гипоксии), то есть в условиях гипобарической гипоксии. С увеличением высоты, на которой находится человек, дефицит кислорода в атмосферном воздухе ведет к снижению парциального давления кислорода в альвеолярном воздухе, уменьшению его содержания в артериальной крови и, как следствие, ухудшению снабжения тканей кислородом и снижению физической работоспособности при максимальных и субмаксимальных нагрузках. Для спортивной практики наибольший интерес представляют физиологические эффекты среднегорья, на которых часто проводятся соревнования.

При пониженном парциальном давлении кислорода у лиц, выполняющих субмаксимальные аэробные нагрузки без предварительной адаптации к высоте, происходят характерные изменения физиологических функций. Потребность в кислороде при выполнении одной и той же физической нагрузки на высоте 1500-2500 м остается такой же, как и на уровне моря. Поэтому, для того чтобы обеспечить работающий организм требуемым количеством кислорода, уменьшение его молекул в единице объема горного разреженного воздуха должно быть компенсировано соответствующим увеличением легочной вентиляции. В этом и состоит основной физиологический механизм срочной адаптации организма к гипоксическим условиям. Поэтому, если в покое, на высоте среднегорья

легочная вентиляция меняется незначительно, то при выполнении мышечной работы она всегда существенно больше, чем на равнине. У одного и того же человека при одинаковой мощности работы минутный объем дыхания тем больше, чем больше высота.

Пониженное насыщение крови кислородом на высоте при выполнении субмаксимальной аэробной работы компенсируется увеличением минутного объема кровообращения, который возрастает за счет увеличения частоты сердечных сокращений при мало меняющемся систолическом объеме. Максимальные величины частоты сердечных сокращений, систолического объема и минутного объема кровообращения на высоте и на уровне моря одинаковы. Однако, при работе в гипоксических условиях предельные величины частоты сердечных сокращений и минутного объема кровообращения достигаются при меньших величинах нагрузки, чем на равнине.

Уменьшение содержания  $O_2$  в артериальной крови у человека, находящегося в среднегорье, приводит к уменьшению максимального потребления кислорода. Существенное для спортивной практики снижение максимального потребления кислорода начинается с подъема на высоты более 1500 м. Далее оно уменьшается примерно на 1% при подъеме на каждые 100 м. Снижение максимального потребления кислорода является основной причиной уменьшения аэробной выносливости человека в условиях среднегорья.

С увеличением высоты, наряду со снижением барометрического давления, уменьшается плотность воздуха и, следовательно, его сопротивление движущемуся телу. Поэтому, в скоростно-силовых упражнениях (спринтерский бег, прыжки, метания и др.) и силовых упражнениях, в отличие от упражнений на выносливость, спортивный результат в среднегорье может быть выше, чем на равнине.

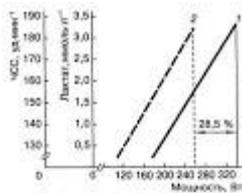
В процессе адаптации к высоте (горной акклиматизации) уменьшается влияние сниженного парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе на организм человека и повышается его физическая работоспособность. Минимальная продолжительность времени, необходимая для адаптации кислород-транспортной системы к условиям пониженного парциального давления  $O_2$  зависит, прежде всего, от высоты, на которой находится спортсмен. Так, на высотах 2000-2500 м это время составляет не менее 8-10 дней, а на высотах 3600 м — 15-21 день. Продолжительность периода адаптации к условиям среднегорья уменьшается в результате выполнения правильно подобранных по интенсивности и длительности физических нагрузок. В то же время при любой продолжительности пребывания на высоте никогда не достигается уровень физической работоспособности человека, характерный для него в условиях равнины.

Повышение работоспособности человека в процессе адаптации к снижению парциальному давлению кислорода связано с активизацией механизмов транспорта кислорода к тканям тела и усилением эффективности использования кислорода клетками для целей аэробного образования энергии. Достигается это увеличением легочной вентиляции при выполнении одной и той же нагрузки; возрастанием диффузионной способности легких; повышением кислородной емкости крови в результате увеличения числа эритроцитов и

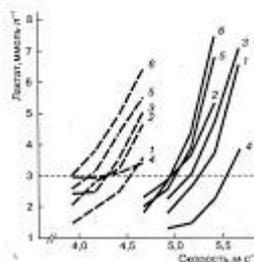
содержания гемоглобина; увеличением плотности капилляров в скелетных мышцах; повышением концентрации миоглобина в мышцах; увеличением плотности митохондрий в клетках, а также содержания и активности окислительных ферментов в них. Клеточные структурно-метаболические механизмы адаптации к сниженному содержанию кислорода в воздухе требуют значительно большего периода времени, чем физиологические механизмы. В результате всех этих адаптивных изменений максимальное потребление кислорода постепенно возрастает и через 3-4 недели пребывания в среднегорье становится лишь на 10-20% меньше, чем на уровне моря. Даже постояннопроживающие в горах спортсмены обладают более низкими величинами максимального потребления кислорода на «своей» высоте, чем на равнине.

Таким образом, физическая работоспособность человека снижается по мере повышения высоты над уровнем моря и снижения парциального давления кислорода. В первую очередь это касается аэробной выносливости. Мышечная сила, максимальная аэробная мощность и координация движений при выполнении физических упражнений спортсменами практически не меняются. Более того, из-за пониженной плотности воздуха спортивные результаты на спринтерских дистанциях, в прыжках, метаниях, могут быть даже выше, чем на уровне моря. Поскольку процессы восстановления физиологических функций после напряженной физической работы на высоте замедленны, с целью предотвращения развития переутомления в этих условиях реализация повторных нагрузок допустима лишь после более длительных, чем на равнине, периодов отдыха.

Переезд спортсменов в горы резко сказывается на их работоспособности и приводит к более выраженной реакции важнейших показателей на стандартные нагрузки, например, одни и те же реакции ЧСС и концентрации лактата в крови у велосипедистов высокой квалификации наблюдаются при резком уменьшении мощности работы на велоэргометре — в среднем на 28 % (рис. 5.8). Стандартное снижение скорости при работе в гипоксических условиях при стандартных нагрузках вызывает неодинаковую реакцию со стороны систем энергообеспечения у спортсменов высокой квалификации. У некоторых из них резкое снижение скорости при выполнении работы на высоте 3000 м сопровождается существенным увеличением концентрации лактата в крови (до 6—7 ммоль-л<sup>-1</sup>), у других это увеличение выражено менее значительно: лактат не превышает 3—4 ммоль-л<sup>-1</sup> (рис. 5.9). Это лишний раз свидетельствует о необходимости строго индивидуального подхода при планировании тренировочной работы в условиях горной подготовки.

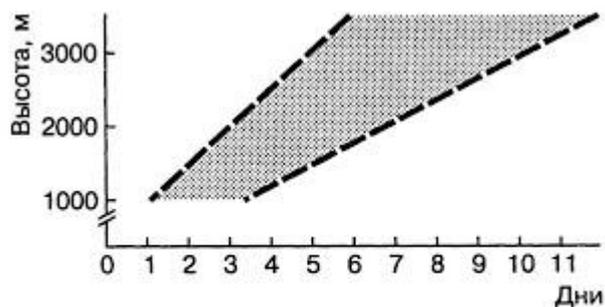


**Рис. 5.8.** Частота средних соединений и концентрация гемоглобина у спортсменов высокой квалификации при выполнении аэробно-моторной нагрузки в равнинных условиях (1) и на высоте 3000 м (2) (Fiska, Reiss, 1992)



**Рис. 5.9.** Индивидуальные изменения концентрации гемоглобина у спортсменов разных классов (1—5 — спортсмены) при выполнении нагрузки в равнинных условиях (слитные кривые) и на высоте 3000 м (пунктирные кривые) (Fiska, Reiss, 1990)

Продолжительность и эффективность акклиматизации спортсменов к условиям гор зависит от большого количества факторов и может колебаться в достаточно широких пределах (рис. 5.10).



**Рис. 5.10.** Продолжительность акклиматизации спортсменов при тренировке в горах на разной высоте

Как видим, возможен широкий диапазон колебаний периода акклиматизации, что определяется возрастом и квалификацией спортсменов» спецификой вида спорта, опытом гипоксической тренировки, особенностями тренировки, предшествовавшей подъему в горы. Большое значение имеет полноценный предварительный отдых: начинать подготовку в горах необходимо в состоянии полного восстановления физических и психических возможностей спортсмена после предшествовавших тренировочных и соревновательных нагрузок. В случае, если горная подготовка начинается в условиях не довосстановления организма спортсмена, процесс адаптации к гипоксии существенно замедляется, поэтому, как правило, перед переездом в горы планируются 5—7-дневные восстановительные микроциклы (Platonov, 1992).

Замедляется процесс акклиматизации и в том случае, если горная подготовка по характеру упражнений, направленности воздействия и динамике нагрузок существенно отличается от предшествовавшей равнинной. В связи с этим программы тренировочных занятий и режим их чередования должны быть привычными для спортсмена, особенно в первые дни горной подготовки.

Ускорению процесса акклиматизации способствуют разнообразные упражнения аэробного характера, в том числе и неспецифические: медленный бег, пешие прогулки и др.

Период акклиматизации спортсменов в горах может колебаться в очень широком диапазоне — от 3—5 дней и 10—12 часов активной нагрузки до 10—12 дней и 35—45 часов нагрузки. Эти колебания обуславливаются рядом причин. Среди них в первую очередь следует назвать опыт горной подготовки, накопленный спортсменами. Спортсмены, которые регулярно выезжают для тренировки в горы, вырабатывают способность к достаточно быстрой и эффективной адаптации к новым условиям и способны в 1,5—2 раза быстрее войти в привычный режим тренировки по сравнению со спортсменами такой же квалификации, прибывшими в горы впервые (Волков и др., 1970; Елисеева, 1974). Не меньшее значение для ускорения процессов акклиматизации имеет и практика применения искусственной гипоксической тренировки, проведенной в условиях равнинной подготовки в недели, непосредственно предшествовавшие тренировке в горах. Двухнедельная тренировка в условиях искусственной гипоксии при общем объеме нагрузки 20—30 ч способна резко ускорить и облегчить процесс акклиматизации спортсменов в условиях естественной гипоксической тренировки.

В литературе имеются данные, свидетельствующие о необходимости значительно более продолжительной акклиматизации спортсменов, специализирующихся в видах спорта, требующих проявления выносливости. Если высота составляет 1200—1500 м над уровнем моря, для акклиматизации требуется, как минимум, неделя; 2000 м — месяц. Однако опыт горной подготовки спортсменов высокого класса свидетельствует о том, что эти сроки явно завышены.

Сроки акклиматизации во многом определяются возрастом и спортивной квалификацией спортсменов. Юные спортсмены, особенно прибывшие в горы впервые, адаптируются к новым условиям медленнее, чем взрослые. Спортсмены высшей квалификации проходят период акклиматизации намного легче по сравнению со спортсменами, заметно уступающими им в {мастерстве, тренировочном и соревновательном опыте (табл. 5.4).

**Таблица 5.4**  
Реакция организма спортсменов на стандартную нагрузку в период акклиматизации

Адаптация спортсменов в условиях гор	Содержание лактата после нагрузки, ммоль·л <sup>-1</sup>	
	Равнина	Среднегорье
Взрослые, адаптированные	5,06±0,30	6,16±0,31
Взрослые, неадаптированные	5,35±0,34	7,53±0,37
Юные (16—17 лет), неадаптированные	5,24±0,36	8,10±0,43

Процессы восстановления у юных спортсменов, а также у не адаптированных к горной подготовке взрослых спортсменов происходят значительно медленнее по сравнению со взрослыми спортсменами высокой квалификации, регулярно выезжающими для тренировки в горы. Так, например, после стандартной нагрузки продолжительность восстановительных акций, по данным ЧСС, потребления кислорода, погашения кислородного долга у взрослых спортсменов, адаптированных к горам, оказывается на >-35 % короче по сравнению со взрослыми спортсменами, неадаптированными к горной подготовке, и на 30—45 % — по сравнению с юными спортсменами. Столь существенные различия во многом обусловлены различной реакцией спортсменов указанных групп на

предлагаемые стандартные нагрузки (см. табл. 5.4). Однако даже в том случае, когда спортсменам предлагаются абсолютно идентичные по реакциям во внутренней среде организма нагрузки (повышение концентрации лактата в крови до 6,5 ммоль-л<sup>-1</sup> во всех группах), адаптированные взрослые спортсмены восстанавливают свои возможности на 15—20 и 25—35 % быстрее неадаптированных взрослых и юных спортсменов

*Контрольные вопросы:*

1. *Как происходит процесс адаптация к низкому атмосферному давлению?*
2. *Каковы признаки гипоксии?*
3. *Какие происходят физиологические и патологические изменения в организме при гипоксии в горах?*
4. *Каковы физиологические механизмы акклиматизации?*

*Литература*

1. Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И., Гайворонский А.И. Анатомия и физиология человека. – М.: «Академия», 2011.
2. Миловзорова М. С. Анатомия и физиология человека. М: Медицина, 1972.
3. Федюкович Н.И. Анатомия и физиология человека. Ростов-на-Дону: «Феникс», 2009.

## **Тема 18: Развитие систем энергетического обеспечения мышечной деятельности у детей. Физиологические основы тренировки детей.**

*План:*

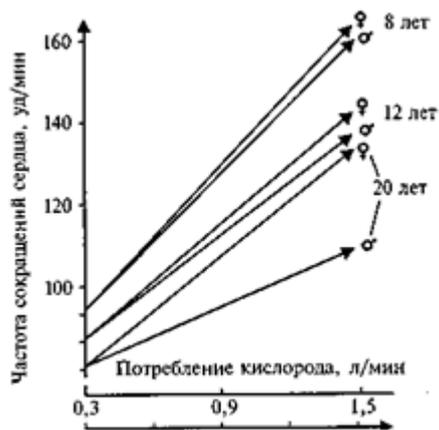
1. *Развитие систем энергетического обеспечения мышечной деятельности у детей:*
  - *Вегетативная система;*
  - *Реакция вегетативной системы на нагрузку;*
  - *Поддержание гомеостаза при мышечной нагрузке.*
2. *Физиологические основы тренировки детей:*
  - *Индивидуальное развитие и возрастная периодизация;*
  - *Возрастные особенности физических функций и систем;*
  - *Развитие движений и формирование двигательных (физических) качеств;*
  - *Физиологическая характеристика юных спортсменов;*
  - *Спортивная ориентация и ее физиологические критерии.*

### **Развитие систем энергетического обеспечения мышечной деятельности у детей.**

Затраты энергии при мышечной деятельности могут быть учтены и измерены достаточно полно. Энергетические затраты зависят от интенсивности и объема нагрузки. Суммарные энергозатраты складываются из неперенных энергетических затрат на поддержание жизнедеятельности организма; энергетических затрат на обеспечение сокращения выполняющих работу скелетных мышц; дополнительных энергетических затрат на усиленную работу сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем при мышечной деятельности; постоянных энергетических затрат на поддержание позы; нарастающих энергетических затрат на нормализацию внутренней среды организма, изменяющейся под воздействием мышечной нагрузки.

Только в отдельных случаях удастся количественно оценить каждый из этих компонентов энергозатрат. Главный смысл изменений деятельности всех физиологических систем при мышечной работе — обеспечение необходимого уровня энергетических затрат в каждом из перечисленных компонентов.

**Вегетативные системы.** Физиологические системы организма, обеспечивающие его нормальную жизнедеятельность в условиях покоя и мышечной деятельности, называются вегетативными. К ним относятся дыхание, кровообращение, пищеварение, выделение и т.п. При мышечной работе активность всех вегетативных систем изменяется таким образом, чтобы создать наилучшие условия снабжения работающих мышц энергией, а также свести к минимуму те отрицательные сдвиги во внутренней среде организма, которые возникают вследствие интенсивных обменных процессов в мышцах. Соответствие активности вегетативных систем потребностям организма обеспечивается за счет нервной и гуморальной регуляции.



0 25 50 75 100

Напряженность работы, Вт

Рис. 39. Возрастные и половые различия зависимости частоты пульса от уровня нагрузки

**Реакция вегетативных систем на нагрузку.** Если нагрузка на мышцы постепенно увеличивается, т.е. растет мощность внешней механической работы, то соответственно увеличиваются потребление кислорода, скорость кровотока, вентиляция легких и т.п. Большинство показателей деятельности вегетативных систем организма линейно зависит от мощности нагрузки, т.е. увеличение мощности на некоторую конкретную величину приводит к соответствующему, всегда одинаковому, увеличению таких показателей, как, например, потребление кислорода, частота пульса и др. (рис. 39). Однако это справедливо только в том случае, если такие измерения производятся при работе в устойчивом состоянии, т.е. не менее чем через 2—3 мин после начала нагрузки или ее очередного повышения. Эти 2—3 мин необходимы организму для того, чтобы отрегулировать уровень активности вегетативных функций в соответствии с энергетическим запасом скелетных мышц.

Линейная зависимость между величиной нагрузки и показателями деятельности физиологических систем организма позволяет оценивать интенсивность нагрузки по величине частоты пульса или потребления кислорода, когда строгое измерение мощности работы невозможно. И наоборот, зная величину нагрузки, можно прогнозировать уровень активности той или иной физиологической системы. На этом основана, в частности, методика измерения «физической работоспособности при пульсе 170 уд/мин» (сокращенно — ФР<sub>170</sub>, или PWC<sub>170</sub> — по первым буквам английских слов «физическая», «работа», «способность»). Эта методика такова: испытуемый выполняет поочередно два различных по нагрузке задания и оба раза у него измеряют частоту пульса в устойчивом состоянии, т.е. не ранее, чем через 3 мин после начала работы. Полученные величины отмечают на графике точками, а затем проводят через них прямую и находят точку ее пересечения с прямой, отражающей уровень частоты пульса 170 уд/мин. Опустив из точки пересечения перпендикуляр на ось абсцисс с нанесенными на ней величинами мощности нагрузки (рис. 40), получают результат, выраженный в единицах мощности. Это и будет значением PWC<sub>170</sub>. Вместо графического можно использовать способ расчета PWC<sub>170</sub> по формуле, основанной на уравнении прямой. Согласно рекомендациям Всемирной

организации здравоохранения, тест  $PWC_{170}$  либо его аналог ( $PWC_{150}$ ,  $PWC_{130}$  и т.п.) проводится во всех случаях, когда необходимо определить физические кондиции человека и охарактеризовать его физическое здоровье.

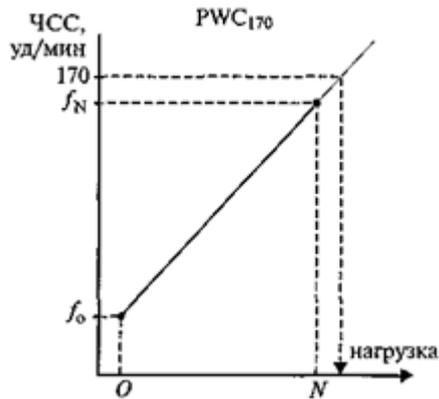


Рис. 40. Схема графического определения  $PWC_{170}$

$f_0$  — пульс при первой нагрузке;  $f_n$  — пульс при второй нагрузке;  $O$  и  $N$  — мощность первой и второй нагрузки. Стрелки указывают величину  $PWC_{170}$  на шкале мощности

Для детей и подростков школьного возраста определение  $PWC_{170}$  может быть несколько упрощено за счет того, что вместо двух нагрузок допустимо задавать лишь одну, но обязательно, чтобы частота пульса при этом достигала 140 уд/мин или более. Тогда второй точкой на графике можно отмечать значение пульса покоя. У дошкольников моложе 6 лет корректное измерение величины  $PWC_{170}$  невозможно, поскольку они не могут поддерживать устойчивое состояние активности своих вегетативных функций.

Измерение  $PWC_{170}$  — простой и эффективный способ оценки функциональных возможностей организма при работе в зонах умеренной и большой мощности, в которых и осуществляется главным образом жизнедеятельность организма. Хотя измеряемой величиной в этом тесте является частота пульса, оцениваются в комплексе все составляющие кислородно-транспортной системы организма. Отклонения от нормы в любой из важнейших систем — кровообращения, дыхания, двигательного аппарата — сразу же проявятся в значительно более низких показателях  $PWC_{170}$ . Напротив, почти любой вид тренированности приводит к существенному увеличению  $PWC_{170}$ .

Нелинейные зависимости. Линейная зависимость показателей активности вегетативных систем организма от мощности имеет место только в диапазоне нагрузок, где энергетическое обеспечение непосредственно связано с доставкой кислорода к работающим мышцам, т.е. в «аэробном» диапазоне (зоны умеренной и большой мощности). Если же заданная нагрузка лежит в зоне субмаксимальной или максимальной мощности, то линейной зависимости между показателями работы физиологических функций и уровнем нагрузки не наблюдается (рис. 41). В большинстве случаев показатели деятельности вегетативных систем растут по мере повышения мощности нагрузки до определенного предела, после которого их увеличение прекращается, а если мощность продолжает возрастать, то возможно даже снижение этих показателей. Такой уровень активности вегетативной функции, который может быть достигнут при самой интенсивной

работе в аэробных условиях, называется максимальным. Если функция достигла своего максимального уровня, то дальнейшее увеличение мощности нагрузки может привести только к снижению показателя.

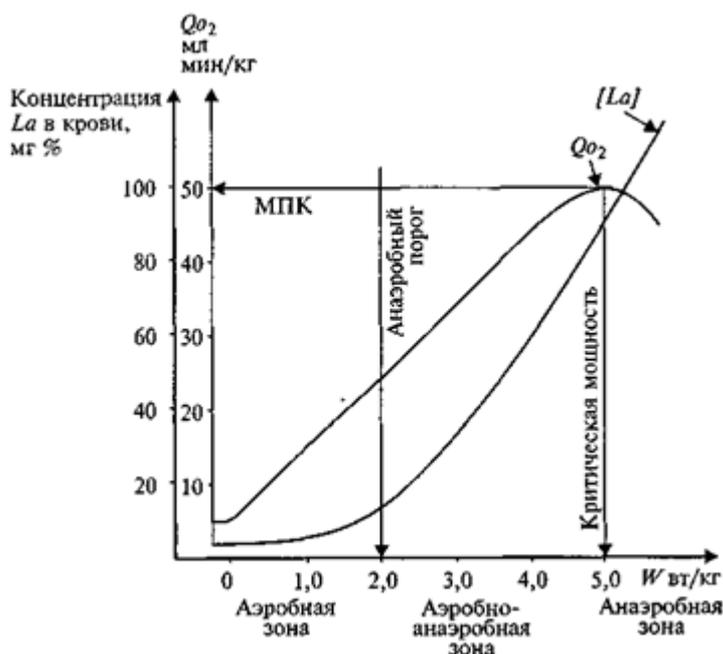


Рис. 41. Примеры нелинейных зависимостей параметров энергетического обмена от мощности мышечной работы

$L_a$  — концентрация лактата в крови;  $Q_{O_2}$  — скорость потребления кислорода

Некоторые показатели активности вегетативных функций в естественных условиях мышечной деятельности не могут достичь своего максимального уровня. Так, максимальная вентиляция легких возможна только при произвольном наиболее частом и глубоком дыхании. Другие функции, такие как частота пульса, объемная скорость кровотока и потребление кислорода, могут достичь максимума только в условиях мышечной деятельности. Максимальные уровни частоты пульса и потребления кислорода обычно достигаются при одинаковой нагрузке. Мощность такой нагрузки, при которой частота пульса и потребление кислорода достигают максимального уровня, называют критической. Нагрузки критической мощности очень трудоемки и не могут продолжаться долго (обычно не более 3—5 мин).

Аэробная производительность и аэробный диапазон. Величина максимального потребления кислорода (МПК) — один из главных показателей в физиологии мышечной деятельности. Физиологический смысл величины МПК состоит в том, что она отражает суммарную пропускную способность всех механизмов транспорта кислорода, начиная от транспорта газов в легких и кончая транспортом электронов в митохондриях скелетно-мышечных волокон. При этом, поскольку скорость поглощения кислорода пропорциональна мощности работы, которая может за счет этого выполняться, величину МПК называют еще «аэробной производительностью» организма.

Диапазон нагрузок от состояния покоя до критической мощности, при которой достигается МПК, называют «аэробным диапазоном». Хотя большая часть потребности организма в энергии при нагрузках в аэробном диапазоне

действительно покрывается за счет использования кислорода, бескислородные (анаэробные) источники также обязательно участвуют в энергообеспечении мышечной работы, по крайней мере в период вработывания.

**Поддержание гомеостаза при мышечной нагрузке.** Изменения внутренней среды, происходящие во время мышечной работы, требуют напряжения механизмов гомеостаза. Поскольку при нагрузке обменные процессы ускоряются во много раз, во столько же раз больше образуется разнообразных продуктов, подлежащих удалению из организма, а также метаболической воды. Одновременно резко увеличивается температура тела, поскольку вся энергия, освободившаяся в клетках и не превращенная в механическую работу, преобразуется в тепло, и это тепло нагревает организм. Учитывая, что в режиме МПК человек вырабатывает около 1200—1500 Вт энергии, и лишь 1/5 ее часть реализуется в виде механической работы, можно себе представить, как быстро нагрелся бы организм, если бы не работали системы терморегуляции.

*Физиологическая «стоимость» физической работы.* Физическая работа, которую выполняет человек, отнюдь не идентична той механической работе, которая оценивается с помощью эргометрических методов. Ни интенсивность, ни объем внешней механической работы, которую может выполнить человек, сами по себе ничего не говорят о той физиологической «цене», которую платит организм при физической нагрузке. Под «физиологической ценой» нагрузки мы понимаем ту добавочную работу, которую вынуждены выполнять системы организма (в том числе в восстановительном периоде) для компенсации затрат на поддержание гомеостаза. Для ее оценки можно использовать некоторые показатели сердечной деятельности и потребления кислорода, зарегистрированные во время работы и в восстановительном периоде.

Возрастные этапы становления энергетики мышечной деятельности. Первый год жизни ребенка представляет собой период бурного становления мышечной функции и, разумеется, ее энергетического и вегетативного обеспечения. Этот этап продолжается до возраста 3 лет, после чего преобразования в мышцах тормозятся, и следующий этап начинается вместе с полуростовым скачком примерно в 5 лет. Важнейшим событием здесь является появление уже близких ко взрослому варианту типов мышечных волокон, хотя их соотношение еще является «детским», да и функциональные возможности вегетативных систем еще недостаточно велики. В школьном возрасте ребенок проходит еще целый ряд этапов, только на последнем из них достигая «взрослого» уровня регуляции, функциональных возможностей и энергетики скелетных мышц:

1-й этап — возраст от 7 до 9 лет — период поступательного развития всех механизмов энергетического обеспечения с преимуществом аэробных систем;

2-й этап — возраст 9—10 лет — период «расцвета» аэробных возможностей, роль анаэробных механизмов мала;

3-й этап — период от 10 до 12—13 лет — отсутствие увеличения аэробных возможностей, умеренное увеличение анаэробных возможностей, развитие фосфагенного и анаэробно-гликолитического механизмов протекает синхронно;

4-й этап — возраст от 13 до 14 лет — существенное увеличение аэробных возможностей, торможение развития анаэробно-гликолитического механизма

энергообеспечения; фосфагенный механизм развивается пропорционально увеличению массы тела;

5-й этап — возраст 14—15 лет — прекращение увеличения аэробных возможностей, резкое увеличение емкости анаэробно-гликолитического процесса, развитие фосфагенного механизма, по-прежнему, пропорционально увеличению массы тела;

6-й этап — период от 15 до 17 лет — аэробные возможности растут пропорционально массе тела, продолжают быстро расти анаэробно-гликолитические возможности, значительно ускоряется развитие механизмов фосфагенной энергопродукции, завершается формирование дефинитивной структуры энергообеспечения мышечной деятельности.

На процессы созревания энергетических и вегетативных систем огромное влияние оказывает половое созревание, так как половые гормоны непосредственно влияют на метаболические возможности скелетных мышц. Аэробное энергообеспечение, достигающее расцвета еще до начала пубертата, на первых его стадиях даже несколько ухудшается, однако к возрасту 14 лет отмечается новый рост возможностей аэробных систем энергообеспечения. Это связано, в частности, с внутренними потребностями мышц, которым для последнего этапа дифференцировок требуются мощные окислительные системы. Анаэробное энергообеспечение резко активизируется уже на начальных стадиях полового созревания, затем (III стадия) темп его совершенствования замедляется, а после достижения IV стадии полового созревания (15—16 лет у мальчиков, 13—14 лет у девочек) наблюдается бурный рост анаэробных возможностей, особенно у юношей. Девушки в этот период уже сильно отличаются от юношей по характеру и уровню развития мышечной энергетики.

### **Физиологические основы тренировки детей.**

Развитие человека от момента рождения и до смерти (онтогенез) представляет непрерывный единый процесс (индивидуальное развитие). На протяжении жизни организм претерпевает ряд закономерных (физиологических) изменений.

### **Индивидуальное развитие и возрастная периодизация**

Индивидуальное развитие. Онтогенез обусловлен влиянием наследственных факторов и определяется генетической программой, которая складывается в результате взаимодействия родительских генов. Генетическая программа индивидуального развития реализуется в определенных условиях окружающей среды. На различных этапах онтогенеза влияние генетической информации и окружающей среды неодинаково. Так, в первые годы жизни влияние среды оказывается неизмеримо сильнее, чем в более поздние годы.

Формирование органов и систем развивающегося организма происходит гетерохронно (неодновременно): одни из них развиваются раньше, другие - позднее. Так, морфологически головной мозг и спинной мозг наиболее интенсивно растут в раннем детстве и к 10-12 годам достигают окончательных размеров. Формирование же половых органов до 11-12 лет происходит относительно медленно, а в 12-14 лет - быстро.

В ходе индивидуального развития человека непрерывно совершаются два взаимосвязанных процесса: ассимиляция- (усвоение, создание) и диссимиляция (разрушение, распад). На различных этапах развития соотношение между этими процессами изменяется. В период роста и формирования организма преобладает ассимиляция. Отмечается усиленный синтез белков, который сопровождается относительно большими, чем у взрослых, энергетическими тратами.

На различных этапах индивидуального развития человека изменяется характер нейрогуморальной регуляции функций. Например, на ранних этапах преобладают механизмы симпатической регуляции сердечно-сосудистой системы, что проявляется в значительной ЧСС в условиях относительного покоя; с возрастом усиливается влияние блуждающего нерва, что выражается, в частности, в замедлении ритма сердечных сокращений.

Огромное влияние на развитие человека оказывают движения, физические упражнения. Недостаток движения, ограничение двигательной активности (так называемая гипокинезия) отрицательно сказывается на формировании организма. Деятельность различных систем организма находится в прямой зависимости от активности скелетных мышц, особенно в детском возрасте. Двигательная активность стимулирует обмен веществ и энергии, совершенствование всех функций и систем организма и повышает его работоспособность.

Велика роль двигательной активности в подготовке к труду. Осваивая новые движения, человек обучается управлять работой мышц, сложными движениями, необходимыми в трудовой и спортивной деятельности.

Двигательная активность способствует усвоению информации, которая поступает из внешней среды, через сенсорные системы. Эта информация имеет значение не только для повышения физической и умственной работоспособности, но и для становления человека как личности.

Возрастная периодизация. Дошкольный и школьный возраст разделяют на следующие возрастные периоды: 1) младенческий - до 1 года; 2) раннее детство - от 1 до 3 лет; 3) дошкольный, или первое детство, - от 4- до 6-7 лет, 4) младший школьный, или второе детство, - от 6-7 до 12 лет (мальчики до 12 лет, девочки до 11 лет); 5) средний школьный, или подростковый, - от 12 до 15 лет (мальчики 12-15, девушки 11 -15 лет); 6) старший школьный - от 16 до 18 лет.

Для более точной оценки индивидуального развития рекомендуют наряду с календарным (паспортным) возрастом учитывать так называемый биологический возраст. Это связано с тем, что для каждого организма характерны только ему присущие темпы развития. Именно поэтому сроки отдельных возрастных этапов биологического развития не всегда совпадают с календарным возрастом. Биологический возраст оценивается по комплексу показателей: физическому развитию (рост, вес и т. д.), срокам окостенения скелета ("костный возраст"), степени половой зрелости и др.

Фактором, который еще более осложняет точную характеристику истинного возраста, является процесс, получивший наименование акселерация. Этот процесс характеризуется следующими основными особенностями: ускоренным физическим развитием, более ранними сроками полового созревания, увеличением размеров тела. Так, подростки и юноши Москвы выросли по сравнению с 1923- 1925 гг. на 10-13 см, у них увеличилась масса тела на 9-11 кг.

Первая менструация (один из показателей полового развития) у ленинградских школьниц в 1927-1930 гг. отмечалось в среднем в 14 лет 2 месяца, а в настоящее время - в 12 лет 11 месяцев.

Наряду с детьми-акселератами, т. е. ускоренно развивающимися, есть дети-ретарданты, развивающиеся медленно, которые отстают в физическом и половом развитии. Поэтому нередко один и тот же календарный возраст объединяет разный в биологическом отношении контингент детей.

В процессе физического воспитания и спортивного совершенствования необходимо учитывать не только календарный, но и биологический возраст занимающихся, индивидуальные особенности их развития.

### **Возрастные особенности физиологических функций и систем**

Рост и формирование организма, эффективность его взаимодействия с внешней средой во многом зависят от развития нервной системы, и главным образом ее ведущего отдела коры больших полушарий головного мозга.

### ***Высшая нервная деятельность***

На отдельных этапах возрастного развития дети характеризуются специфическими особенностями высшей нервной деятельности.

Младший школьный возраст примечателен совершенствованием высшей нервной деятельности. В этот период возрастает сила и подвижность нервных процессов, усиливается внутреннее торможение, в результате чего взаимодействие процессов, возбуждения и торможения характеризуется большей уравновешенностью, чем у дошкольников. Установлено, что такие виды внутреннего торможения, как условное и угасание, вырабатываются значительно быстрее, чем у детей 5-7 лет. Например, условный тормоз образуется у детей 5 лет после 30 неподкреплений, а у детей 12 лет - после 4 неподкреплений.

В младшем школьном возрасте повышается способность образовывать условнорефлекторные связи. Так, у детей 10-12 лет положительные условные рефлексы как на простые, так и на сложные раздражители появляются остро и характеризуются значительной устойчивостью. Наряду с этим рефлекторные реакции у детей часто носят разлитой характер. Это результат выраженной иррадиации возбудительного процесса. Вследствие того что сила внутреннего торможения еще недостаточна, дифференцировки вырабатываются труднее, чем у взрослых. При сильных воздействиях у детей относительно быстро развивается запредельное торможение.

В 10-12 лет устанавливается частота альфа-ритма биоэлектрической активности мозга, характерная для взрослых, т. е. 10-12 колебаний в секунду. Вместе с тем электроэнцефалограмма детей характеризуется значительной вариабельностью, в разных областях мозга отмечаются заметные различия в распределении частот электрической активности.

В младшем школьном возрасте активно развивается речевая функция, усиленно формируются мышление, способность пользоваться понятиями, абстрагированными от действия, совершенствуются взаимосвязь первой и второй сигнальных систем, внутренняя речь, способность обдумывать "про себя" поступки. Словесная информация становится более конкретной и полной. Усиливаются временные связи между словами как раздражителями и

двигательной функцией. Благодаря этому повышается способность к более разнообразному и глубокому словесному выражению своих движений.

Физическое воспитание и спортивное совершенствование способствуют более тонкому взаимодействию сигнальных систем и расширяют влияние речи и мышления на двигательную функцию.

Подростковый возраст совпадает с пубертатным скачком роста и физического развития. Начало этого процесса приходится у девочек на 11 -12 лет, а у мальчиков - на 13-14 лет. Различают три фазы, связанные с процессом полового созревания: 1-я фаза-препубертатная, частично представленная теми изменениями, которые характерны для предшествующего периода; 2-я фаза - собственно-пубертатная, которая выражается в усиленном половом развитии и внешнем проявлении его признаков; 3-я фаза -постпубертатная, связанная с завершением полового созревания и продолжающаяся в старшем школьном возрасте.

Подростковый возраст характеризуется рядом отличительных особенностей. У подростков преобладают процессы возбуждения, заметно ухудшается дифференцировочное торможение, условнорефлекторные реакции становятся менее адекватными раздражению и носят более выраженный, "бурный" характер. Отчасти этим объясняется тот факт, что двигательные действия подростка нередко отличаются большим числом дополнительных движений, сокращением ненужных мышц, излишней закрепощенностью. У детей этого возраста могут наблюдаться временные трудности в образовании условных рефлексов и дифференцировок.

Подростка отличает резко повышенная эмоциональность поведения, сопровождающаяся подчас психической неустойчивостью - быстрым переходом от угнетения к радости и наоборот. Подобные изменения носят временный характер и являются следствием нейро-гормональных сдвигов, присущих данному возрастному периоду.

Как период полового созревания подростковый возраст примечателен активизацией гормональной функции половых желез. На фоне включения половых желез во взаимодействие с гипофизом и щитовидной железой изменяются нейроэндокринные и нейро-гуморальные соотношения в организме, характерные для предшествующего периода детства.

Переход к юношескому возрасту связан с дальнейшим совершенствованием высшей нервной деятельности. Повышается уровень аналитико-синтетической деятельности коры большого мозга, усиливается функция обобщения, возрастает роль словесных сигналов, уменьшается латентный период на словесный раздражитель. Усиливается внутреннее торможение, нервные процессы становятся более уравновешенными. Заканчивается формирование электрической активности коры большого мозга, в возрасте 17-18 лет деятельность ее является достаточно зрелой.

### ***Обмен веществ и энергии***

Особенность обмена веществ у детей школьного возраста состоит в том, что значительная доля образующейся энергии (больше, чем у взрослых) идет на процессы роста, развития организма, т. е. на пластические процессы. Следовательно, во время спортивной деятельности расход энергии связан не

только с необходимостью восполнить ее источники, но и с процессами роста, развития.

**Обмен белков.** У детей потребность в белках выше, чем у взрослых. Чем младше ребенок и чем интенсивнее у него процессы роста, тем потребность в белках больше. Детям 4-7 лет на 1 кг массы тела требуется 3,5-4 г белка, в 8-12 лет - 3 г, в 12-15 лет - 2-2,5 г, а взрослым-1-1,5 г. Так как у детей синтез белков преобладает над распадом, для растущего организма характерен положительный азотистый баланс, когда количество азота, вводимого с белковой пищей, превышает количество азота, выводимого с мочой.

Важно не только количество, но и качество потребляемых белков. Полноценность белков определяется наличием в них аминокислот, необходимых для синтеза. Большое значение имеет поступление в достаточном количестве незаменимых аминокислот. Недостаток белка замедляет развитие ребенка. У детей, занимающихся спортом, особенно при значительном увеличении мышечной массы, потребность в белках повышена в 1,5-2 раза.

**Обмен жиров.** Жиры и жироподобные вещества играют существенную роль в процессах роста. Они важны для морфологического и функционального созревания нервной системы. Жиры необходимы для образования клеточных мембран. Потребность в жирах с возрастом изменяется. Суточная норма жиров на 1 кг веса тела составляет: в 5-6 лет - 2,5 г/ в 10-11 лет - 1,5 г, в 16-18. лет - 1 г.

При избыточном потреблении жиры могут откладываться в запас. Особенно много их депонируется в организме при недостаточной двигательной активности. Избыток жиров нарушает обмен веществ, расстраивает пищеварение, отрицательно влияет на физическое развитие. У детей обмен жиров носит неустойчивый характер.

**Обмен углеводов.** Для детей характерна высокая интенсивность углеводного обмена. Это связано в том, что углеводы у них выполняют не только роль основных источников энергии, но и важную пластическую функцию, обеспечивая формирование оболочек клеток, а также соединительной ткани. За сутки дети должны получать с пищей: в возрасте 4-7 лет - 280-300 г, в 8-13 лет - 350- 370 г, в 14-17 лет -450-470 г.

Регуляция углеводного обмена у детей менее совершенна, чем у взрослых. Это проявляется в более медленной мобилизации углеводных ресурсов, а также в меньшей способности сохранять необходимую интенсивность углеводного обмена при работе. Так, при напряженной спортивной деятельности (бег на 500 м, кросс на 5 км) у подростков и юношей уровень сахара в крови снижается чаще, чем у взрослых. Особенно это характерно для длительных, монотонных упражнений. Эмоционально насыщенные занятия, использование разнообразных (преимущественно игровых) упражнений способствуют сохранению нормального уровня сахара в крови.

**Обмен воды и солей.** Вода составляет около 80% массы тела ребенка. По мере развития организма количество воды уменьшается до нормы взрослых (68-72% массы тела). Чем младше ребенок, чем быстрее он развивается, тем выше у него потребность в воде. Так, в возрасте 6 лет суточная потребность в воде составляет 100-120 г на 1 кг массы тела, в 14 лет - 70-85 г, в 18 лет - 40-50 г. Несмотря на то что относительное количество потребляемой воды с возрастом

уменьшается, абсолютное количество увеличивается. Это связано с тем, что с возрастом растет масса тела ребенка. Поэтому общее количество потребляемой воды в сутки, например, у детей 6-10 лет составляет 1600-2000 мл, что меньше, чем у взрослых (2200-2500 мл). Для детей характерна повышенная гидролабильность, т. е. способность быстро терять и быстро депонировать воду. Это обусловлено недостаточно совершенной нервной и эндокринной регуляцией водного обмена.

Минеральные вещества имеют большое значение для формирования костной ткани, главным образом кальций и фосфор. Потребность в них увеличивается в период усиленного роста, особенно в период полового созревания подростков. У детей 6-7 лет суточная потребность в кальции составляет 0,3-0,5 г, а у старших школьников примерно 1,0 г.

Для нормального развития организма важно не только абсолютное количество минеральных веществ, но и их соотношение. Например, если в суточном рационе дошкольников должно содержаться примерно равное количество кальция и фосфора, то в более старшем возрасте фосфора должно быть вдвое больше.

Растущий организм нуждается также в натрии, калии, хлоре, железе. Однако суточная потребность детей в этих минеральных веществах в 1,5-2 раза меньше, чем у взрослых. Кроме этого, в обмене веществ у детей имеют значение такие микроэлементы, как медь, цинк, кобальт, марганец.

Обмен энергии. У детей энергетический обмен выше, чем у взрослых. Например, расход энергии на 1 кг массы и на единицу поверхности тела в условиях относительного покоя (основной обмен) в возрасте 8-10 лет в 2-2,5 раза выше, чем у взрослых. Более высокая интенсивность биоэнергетики детского организма является следствием процессов роста и развития. Причем она тем выше, чем младше ребенок.

Большой расход энергии связан не только с усиленными пластическими процессами, но и с более интенсивной, чем у взрослых, работой дыхательной и сердечно-сосудистой систем, а также с большей теплоотдачей. Поверхность тела ребенка относительно велика по сравнению с массой тела, поэтому он отдает в окружающую среду больше тепла. Так, расход энергии в состоянии основного обмена на 1 м<sup>2</sup> поверхности тела у 10-летних равен 49,5 ккал, у 16-18-летних - 43 ккал.

Расход энергии во время выполнения физических упражнений также зависит от возраста. У подростков при выполнении одинаковой со взрослыми работы энергетический обмен выше. С возрастом энергозатраты при той же мышечной нагрузке понижаются. Исследование расхода энергии при ходьбе показало, что чем старше дети, тем меньше энергетические затраты на 1 м пути. При нагрузке на велоэргометре ребенок 8-9 лет затрачивает на 1 кгм работы в 1 мин 7,6 мл кислорода, а взрослый - 5,4 мл, т. е. в 1,4 раза меньше.

Таким образом, с возрастом повышается экономичность мышечной работы. На это указывает также рост механической эффективности по мере развития организма. При работе на велоэргометре в возрасте 6-9 лет она равна 12,3%, в то время как у взрослых - 15-20%. Под влиянием спортивной тренировки энергетическая стоимость упражнений понижается. Установлено, что у юных

спортсменов потребление кислорода увеличивается в меньшей мере, чем у их сверстников, не занимающихся спортом.

У детей также меньше максимальный уровень увеличения обмена при напряженной мышечной деятельности. Так, в 10-11 лет потребление кислорода по сравнению с основным обменом может увеличиваться максимально в 9-10 раз, в то время как у взрослых - в 15-20 раз. Установлена зависимость МПК от индивидуальных темпов развития организма. У подростков, опережающих своих сверстников в темпах физического развития, МПК выше, чем у отстающих.

У юных спортсменов максимальный уровень энергетического обмена выше, чем у детей, не занимающихся спортом. Так, у спортсменов 16-17 лет МПК на 50-60% выше, чем у неспортсменов.

### **Система крови**

Объем циркулирующей крови (по отношению к весу тела) зависит от возраста: у детей до 1 года - 11%, у взрослых - 7%, на 1 кг веса тела у детей 7-12 лет - 70 мл, у взрослых - 50-65 мл.

Возрастные изменения характерны и для форменных элементов крови. У ребенка первого года жизни количество эритроцитов составляет 6-6,5 млн/мм<sup>3</sup>. С возрастом оно снижается до 4-5 млн/мм<sup>3</sup>.

По мере развития организма увеличивается концентрация гемоглобина в крови (табл. 25).

*Таблица 25 Содержание гемоглобина в крови (г%) мальчиков и мужчин*

Возраст, лет					
8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	20-25
13,8	14,4	13,7	15,1	15,1	15,5

Сниженное по сравнению со взрослыми содержание гемоглобина у детей определяет несколько меньшую кислородную емкость крови (табл. 26).

*Таблица 26. Кислородная емкость крови (КЕК) и содержание кислорода в артериальной крови, у мальчиков и мужчин*

Возраст, лет								
Показатели	3-7	8-9	10-11	12-13	14	15	16-17	20-30
Кислородная емкость крови (об.%)	16,8	17,4	17,9	18,0	18,8	19,2	19,0	19,7
Оа артериальной крови (об.%)	16,5	17,0	17,4	17,5	18,3	18,8	18,3	19,0

В крови детей первых дней жизни содержится большое количество лейкоцитов (10 000-15 000 в 1 мм<sup>3</sup>). В последующие годы содержание лейкоцитов понижается и к 8-10 годам доходит до уровня взрослых. Заметные возрастные изменения происходят и в лейкоцитарной формуле. С возрастом увеличивается процент нейтрофилов и понижается количество моноцитов и лимфоцитов. В результате относительно невысокого содержания нейтрофилов у детей дошкольного возраста понижена фагоцитарная функция крови.

Мышечная деятельность сопровождается существенными изменениями в системе крови. Для подростков и юношей характерны более значительные, чем для взрослых, изменения ряда показателей крови после мышечной работы (повышение содержания лейкоцитов, эритроцитов, тромбоцитов, свертывания

крови) и более длительный период их восстановления. Кроме того, у подростков 12-14.лет отмечена разнонаправленность сдвигов отдельных показателей крови, что связано с перестройкой в этот период нейроэндокринной регуляции функций.

### **Кровообращение**

В различные возрастные периоды сердечно-сосудистая система характеризуется отличительными особенностями, обусловленными главным образом специфическими изменениями обмена веществ и энергии на разных этапах онтогенеза.

Сердце. Для мышцы сердца детей характерен высокий уровень расхода энергии, что определяет значительное напряжение окислительных процессов в миокарде. Это находит отражение в большом потреблении кислорода мышцей.

В процессе роста и развития ребенка увеличивается масса сердца. У мальчиков 9-10 лет она составляет 111,1 г, что в 2 раза меньше, чем у взрослых (244,4 г). Наряду с этим изменяется соотношение масс отделов сердца, перестраивается его гистологическая структура. Так, в наибольшей мере увеличение массы сердца происходит за счет левого желудочка. Систематическая тренировка вызывает увеличение массы сердечной мышцы. У юных пловцов, лыжников, велосипедистов, бегунов на средние дистанции размеры сердца увеличиваются больше, чем у других спортсменов.

Частота сердечных сокращений. С возрастом ЧСС понижается: у новорожденных она составляет в покое 135-140 уд/мин, в 7 лет - 85-90 уд/мин, в 14-15 лет приближается к данным взрослых и составляет 70-80 уд/мин.

Для детей характерен неустойчивый ритм сердечной деятельности. Он подвержен значительным колебаниям под влиянием внутренних и внешних раздражителей, например под влиянием температуры окружающей среды (повышение температуры способствует увеличению ЧСС, понижение - уменьшению).

Спортивная тренировка оказывает существенное влияние на ЧСС. У юных спортсменов, особенно тренирующихся в упражнениях на выносливость, в условиях относительного покоя, как и у взрослых, проявляется брадикардия. Однако выражена она меньше.

Существенные возрастные различия ЧСС наблюдаются при мышечной деятельности. При одинаковой аэробной нагрузке ЧСС с возрастом уменьшается. Одна и та же работа осуществляется более экономно благодаря меньшей интенсификации сердечной деятельности (рис. 94). Например, мальчики 12-14 лет при ЧСС 130 уд/мин могут выполнить работу, не превышающую 70 ватт, а 18-летние - 122 ватт.

Организму ;детей и подростков повышение величины нагрузки (увеличение мощности, продолжительности и числа повторений упражнений, уменьшение интервала отдыха) стоит дороже, чем взрослому организму. Например, в возрасте 9-11 лет при увеличении нагрузки на 1 кгм в 1 с учащение сердцебиений составляет 8,2-9,4 уд/мин, в 12-13 лет - 6,4-9,5 уд/мин, а у взрослых - 3,6-5,3 уд/мин.

У детей при напряженных физических упражнениях максимальная ЧСС находится в обратной зависимости от возраста: чем "младше ребенок, тем она выше. В качестве простого правила определения максимальной ЧСС в школьном

возрасте может служить следующая формула:  $220 - \text{возраст}'' / \text{год}/$ . Например, у 10-летних, ребят максимальная ЧСС составляет в среднем около 210 уд/мин  $/220-10/$ . Таким образом, как ЧСС покоя, так и любая рабочая ЧСС при одинаковых не максимальных аэробных нагрузках и максимальная ЧСС у детей выше, чем у взрослых.

Восстановление ЧСС после физических упражнений у лиц разного возраста также зависит от величины нагрузки. После непродолжительных упражнений максимальной мощности у детей 11 - 14 лет восстановление ЧСС происходит быстрее, чем у взрослых. После напряженных и продолжительных упражнений период восстановления ЧСС с возрастом укорачивается. Это связано с повышением работоспособности.

Систолический объем крови и сердечный выброс с возрастом повышаются. В 7 лет систолический объем крови составляет 23 мл, в 13-16 лет - 50-60 мл. Прирост его определяет увеличение сердечного выброса. В покое в возрасте 6-9 лет сердечный выброс равен 2,6 л/мин, в 10-12 лет - 3,2 л/мин, в 13-16 лет - 3,8 л/мин. Однако при расчете на 1 кг массы тела наблюдается иная картина: чем старше возраст, тем меньше величина сердечного выброса. Таким образом, для детей характерна более напряженная деятельность сердца.

При мышечной работе систолический объем и сердечный выброс у детей увеличиваются меньше, чем у взрослых. По мере роста и развития детей максимально возможный систолический объем становится больше. Так, в 8-9 лет он достигает 70 мл, в 14-15 лет - 100-120 мл, у взрослых - 110-130 мл. У детей 8-9 лет при напряженной мышечной деятельности сердечный выброс может достигать максимально 13-16 л/мин, у подростков 14-15 лет - 20-24 л/мин. Следовательно, в возрасте 8-9 лет по сравнению с покоем сердечный выброс увеличивается в 4 раза, в 14-15 лет - в 5-6 раз, у взрослых - в 6-7 раз.

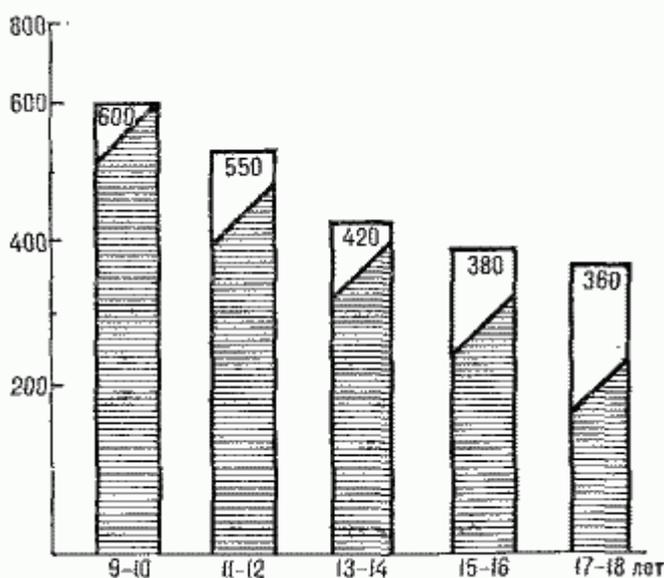


Рис. 94. Сумма сердечных сокращений сверх покоя (ордината) при одинаковой нагрузке у школьников разного возраста (В. М. Волков)

Таким образом, с возрастом потенциальные возможности сердца повышаются. Существенная особенность адаптации детского сердца состоит в том, что прирост сердечного выброса происходит преимущественно за счет

увеличения ЧСС при относительно невысоком повышении систолического объема крови.

Особенности кровообращения у детей как в покое, так и при мышечной работе тесно связаны с обменом веществ. Более высокая интенсивность энергетического обмена, относительно большее потребление O<sub>2</sub> (на 1 кг массы тела) предъявляют к сердцу детей значительные требования. Поэтому сердце у ребенка или подростка как в условиях покоя, так и при мышечной деятельности работает несколько напряженнее, чем у взрослых.

Сосудистая система и артериальное давление. По мере развития детей увеличивается просвет кровеносных сосудов. В результате повышается объем циркулирующей крови и создаются условия для лучшего кровоснабжения тканей, работающих органов кислородом и удаления продуктов распада.

Наряду с расширением просвета сосудов образуются новые кровеносные сосуды. Это особенно характерно для детей, активно занимающихся физической культурой и спортом. Формирование новых сосудов и их коллатералей в результате регулярной мышечной деятельности приводит к усилению периферического кровообращения.

С возрастом повышается АД. Так, в 11 лет систолическое давление в покое равно 95, а в 15 лет - 109 мм рт. ст.; минимальное АД в 11-13 лет равно 83, а в 15-16 лет - 88 мм.рт. ст.

У подростков и юношей 13-16 лет иногда отмечается временное повышение систолического давления до 130-140 мм рт. ст. (юношеская гипертония). Это связывают с тем, что развитие сердца и кровеносных сосудов происходит нередко несинхронно. Так, в период полового созревания рост сердца может опережать рост кровеносных сосудов. В результате сердцу приходится преодолевать большое сопротивление со стороны относительно узких кровеносных сосудов. Это следует учитывать при занятиях спортом: тщательно дозировать и индивидуализировать физические нагрузки.

У детей систолическое давление во время физических упражнений увеличивается значительно меньше, чем у взрослых. Так, у 11-12-летних школьников при выполнении упражнений максимальной мощности систолическое давление увеличивается в среднем на 32 мм рт. ст., а у подростков и юношей 15-16 и 18-20 лет соответственно на 45 и 50 мм рт. ст.

Возрастные изменения сердечно-сосудистой системы отражают особенности регуляции кровообращения растущего организма. В первые годы жизни заметно преобладают симпатические влияния. По мере развития организма это преобладание становится менее выраженным на фоне усиления влияния блуждающего нерва. В результате организуется такое взаимодействие симпатических и парасимпатических влияний, которое обеспечивает эффективную деятельность сердечно-сосудистой системы как в покое, так и (особенно) при напряженных физических упражнениях.

У юных спортсменов различные эмоции быстрее и сильнее отражаются на сердечнососудистой системе, чем у взрослых. Продолжительные отрицательные эмоции могут нарушить регуляцию сердечно-сосудистой системы и, естественно, неблагоприятно отразиться на спортивных достижениях.

С ростом и развитием организма увеличивается объем легких. Особенно интенсивный рост легких отмечается между 12 и 16 годами. Вес обоих легких в 9-10 лет равен 395 г, а у взрослых почти 1000 г. Рост легких происходит в основном не за счет увеличения числа, а за счет объема альвеол.

Возрастные изменения легочных объемов и емкостей. С возрастом изменяется общая емкость легких, которую составляют остаточный объем и ЖЕЛ, причем остаточный объем увеличивается меньше, чем ЖЕЛ. Общая емкость легких в 10 лет составляет 2,2-3,1 л, т. е. половину величины взрослых. У юных спортсменов отмечено более значительное увеличение с возрастом общей емкости легких - как в абсолютных, так и в относительных величинах. Особенно выражены эти изменения между 14 и 16 годами. У спортсменов 15-16 лет общая емкость легких такая же, как у взрослых нетренированных людей.

С ростом и развитием увеличиваются ЖЕЛ (табл. 27) и ее составляющие (дыхательный объем, резервные объемы вдоха и выдоха), а также изменяются соотношения между ними.

*Таблица 27. Средняя величина ЖЕЛ (мл)*

Возраст, лет						
6	7	8	10	12	15	17
Мальчики						
1200	1400	1440	1630	1975	2600	3520
Девочки						
1100	1200	1360	1460	1905	2530	2760

У юных спортсменов (легкоатлетов, велосипедистов, гребцов) ЖЕЛ выше, чем у не занимающихся спортом. Наибольшей ЖЕЛ, нередко превышающей 5 л, обладают юные пловцы, велосипедисты. Повышение ЖЕЛ и резервного объема вдоха обуславливает более значительную вентиляцию легких и удовлетворение кислородного запроса. Юные спортсмены отличаются от своих нетренированных сверстников лучшим соотношением легочных объемов. У тренированных подростков и юношей снижается доля остаточного объема в функциональной остаточной емкости, увеличивается запас кислорода в альвеолах легких.

По мере развития организма изменяется режим дыхания: длительность дыхательного цикла, временное соотношение между вдохом и выдохом, глубина и частота дыхания. Для детей младшего возраста характерны частый, недостаточно устойчивый ритм дыхания, небольшая глубина, примерно одинаковое соотношение по времени вдоха и выдоха, короткая дыхательная пауза. Частота дыхания у детей 7-8 лет составляет 20-25 дыхательных движений в минуту. С возрастом она снижается до 12-16 дыханий в минуту, ритм дыхания становится более стабильным. Фаза вдоха укорачивается, а выдох и дыхательная пауза удлиняются. Одновременно увеличиваются дыхательный объем и скорость воздушного потока на вдохе. У детей 7-8 лет дыхательный объем колеблется в пределах от 163 до 285 мл, у взрослых он увеличивается в 2-3 раза. Юные спортсмены отличаются от своих сверстников-неспортсменов меньшей глубиной дыхания в условиях относительного покоя.

Несмотря на абсолютно меньший минутный объем дыхания, относительная его величина у детей выше, чем у взрослых. С возрастом относительная величина легочной вентиляции уменьшается. Так, минутный объем дыхания у 14-летних

подростков на 1 кг массы тела и на 1 м<sup>2</sup> поверхности тела составляет соответственно 125 и 3700 мл, а у взрослых лишь 80 и 2500 мл.

Аналогичная возрастная зависимость проявляется и в отношении потребления O<sub>2</sub>. Абсолютная величина этого показателя у детей ниже, а относительная выше, чем у взрослых. Например, относительное потребление O<sub>2</sub> в покое составляет в возрасте 10 лет 6,24 мл/кг\*мин, а в 20 лет - 4,45 мл/кг\*мин. Под влиянием спортивной тренировки (например, в гребле) в течение одного-двух лет потребление O<sub>2</sub> в покое у юных спортсменов заметно снижается, и уже в 14 лет может достигать уровня, характерного для нетренированных людей 20-30 лет.

Дыхательную функцию характеризует также максимальная вентиляция легких. С возрастом она увеличивается. При этом возрастает резерв дыхания, т. е. разница между минутным объемом дыхания в покое и максимальной вентиляцией легких. У юных спортсменов максимальная вентиляция легких и резерв дыхания больше, чем у неспортсменов. Причем разница находится в прямой зависимости от стажа занятий спортом.

Режим дыхания у детей менее эффективный, чем у взрослых. Например, у ребенка 1 л кислорода извлекается из 29-30 л воздуха, вентилирующего легкие, у подростков - из 3234 л, у взрослых - из 24-25 л. За один дыхательный цикл подросток потребляет 14 мл кислорода, в то время как взрослый 21 мл. Таким образом, дети потребляют относительно больше кислорода за счет более напряженной деятельности дыхательного аппарата.

По мере развития организма изменяется способность адаптироваться к недостатку кислорода. Дети и подростки менее, чем взрослые, способны задерживать дыхание и работать в условиях недостатка кислорода. У них быстрее, чем у взрослых, снижается насыщение крови кислородом, а дыхание после задержки возобновляется при еще высоком содержании кислорода в крови. Следовательно, дети и подростки уступают взрослым в способности преодолевать недостаток кислорода. Это связывают с тем, что они обладают меньшей, чем взрослые, способностью затормаживать дыхательные движения, а также преодолевать гипоксические и гиперкапнические сдвиги в крови.

Юные спортсмены характеризуются более совершенной адаптацией к этим сдвигам, чем их сверстники-неспортсмены. Так, у спортсменов 12 и 15-16 лет при задержке дыхания насыщение крови кислородом снижается в среднем соответственно на 4,8 и 8,9%, а у неспортсменов лишь на 3,3 и 6,8%, т. е. юные спортсмены могут преодолевать более значительные гипоксические сдвиги.

Дыхание при работе. У детей одинаковая со взрослыми мышечная нагрузка сопровождается большим усилением внешнего дыхания, потребления O<sub>2</sub>. Влияние спортивной тренировки проявляется в снижении легочной вентиляции и потребления O<sub>2</sub> при стандартной нагрузке. Тренированные дети выполняют физическую нагрузку при меньшем усилении дыхания по сравнению с нетренированными.

Дети характеризуются меньшими возможностями усиления внешнего дыхания и потребления O<sub>2</sub> при работе. Например, у детей 8-9 лет минутный объем дыхания при напряженной работе может увеличиваться по сравнению с

данными покоя в 10-12 раз (до 50-70 л/мин), а у взрослых - в 15-18 раз (до 100-150 л/мин), у спортсменов еще больше - в 20-25 раз (до 180-220 л/мин).

Легочная вентиляция у детей увеличивается преимущественно за счет учащения дыхания, а не увеличения его глубины. Это объясняет тот факт, что за один дыхательный цикл дети 8-9 лет потребляют в 3,5 раза меньше кислорода, чем нетренированные взрослые, и в 6 раз меньше, чем спортсмены высокого класса.

Меньшая - способность детей снабжать организм кислородом при работе определяется также меньшей кислородной емкостью крови. Общее содержание гемоглобина в крови в расчете на 1 кг массы тела составляет, у детей 7-11 лет 7,5 г, а у взрослых - 10,4 г. Другая, причина меньшего усиления потребления кислорода у детей при выполнении физических упражнений заключается в возрастных особенностях сердечно-сосудистой системы: обеспечение организма кислородом осуществляется за счет более напряженной и менее эффективной деятельности сердца. Например, даже в условиях относительного покоя потреблению 1 л кислорода у подростков соответствует сердечный выброс 21-22 л, а у взрослых - 15-16 л.

Для детей характерна меньшая АВР-О<sub>2</sub> при мышечной работе. Нагрузка, сопровождающаяся МПК, вызывает увеличение АВР-О<sub>2</sub> у детей до 8 об.%, у нетренированных взрослых - до 14-15 об.%. Это указывает на то, что с возрастом повышается использование кислорода из артериальной крови. Например, у детей 8-11 лет в условиях МПК из артериальной крови используется лишь около 50% кислорода, в то время как у взрослых 70%, а у спортсменов высокого класса 90%.

### **Развитие движений и формирование двигательных (физических) качеств**

Роль движений и развитии организма огромна. Они способствуют формированию многих функций человека. Сложившаяся в процессе эволюции взаимосвязь моторных и вегетативных функций обеспечивает по механизму моторно-висцеральных рефлексов совершенствование в ходе онтогенеза обмена веществ и энергии.

#### ***Двигательный аппарат***

В процессе развития детей происходит окостенение скелета, т. е. замена хрящевой ткани на костную, причем в различных его частях в разные сроки. Развитие характеризуется ростом костей в длину и в ширину, изменением их химического состава (увеличивается содержание солей кальция, фосфора, магния), повышением прочности. В костях находится орган кроветворения - красный костный мозг. С возрастом происходит совершенствование кроветворной функции.

Развитие костной ткани в значительной мере зависит от роста мышечной ткани. Мышцы детей существенно отличаются от мышц взрослых. С возрастом увеличивается масса мышц. Однако это происходит неравномерно: в течение первых 15 лет на 9%, а в последующие 2-3 года на 12%. Каждая мышца или группа мышц развиваются также неравномерно. Наиболее высокими темпами роста обладают мышцы ног, наименее высокими - мышцы рук. Темпы роста мышц-разгибателей опережают развитие мышц-сгибателей. Особенно быстро нарастает вес тех мышц, которые раньше начинают функционировать и являются более нагруженными.

### ***Характеристика основных движений***

С первых дней жизни ребенка по механизму временных связей происходит формирование новых движений. Огромное значение при этом имеет взаимодействие двигательной системы с другими сенсорными системами: зрительной, слуховой, вестибулярной и т. д.

**Ходьба.** Овладение ходьбой - сложным двигательным навыком - происходит в течение всего 2-го года жизни. С возрастом ходьба стабилизируется: увеличивается длина шага, уменьшаются темп движений и колебания тела при ходьбе.

**Бег.** Элементы бега появляются у детей с 2 лет. Совершенствуется двигательный навык бега благодаря удлинению фазы полета и уменьшению длительности опоры. От 3 до 10 лет фаза полета увеличивается более чем в 2 раза. Изменение длины шага и темпа бега определяет повышение с возрастом скорости бега - возрастает максимальная скорость. Одновременно уменьшается величина снижения скорости в конце бега на короткие дистанции (рис. 95). Максимальная скорость бега у детей 10-11 лет составляет 5,37 м/с, у 1415-летних - 6,07 м/с, у 17-18-летних - 8,08 м/с.

У детей 7-8 лет способность сохранять высокую скорость бега развита меньше, чем у подростков и юношей. Спортивная тренировка способствует увеличению максимальной скорости бега и способности удерживать высокую скорость на дистанции.

**Прыжки.** Прыжок, как сложный двигательный навык, требующий значительной силы и быстроты движений, формируется лишь на 3-м году жизни. С возрастом результат в прыжках увеличивается благодаря повышению мышечной координации, развитию силы мышц и быстроты. Увеличение это происходит неравномерно. Наибольший рост результатов в прыжках отмечается у мальчиков до 13 лет, а у девочек до 12-13 лет. В последующие годы (до 17-18 лет) он замедляется.

Возрастной анализ высоты подпрыгивания (толчком двух ног) показал, что с 8 до 10 лет годовой прирост результатов в среднем составляет 2 см. Наибольший прирост зафиксирован с 10 до 13 лет - 4,3 см. В последующие годы отмечено снижение темпов прироста. Спортивная тренировка способствует повышению результативности в прыжках. У юных спортсменов наиболее интенсивный прирост отмечен от 13-14 до 15-16 лет. В последующий возрастной период (17-18 лет) темпы прироста замедляются.

### ***Развитие двигательных качеств***

Между развитием двигательных качеств (силы, быстроты, выносливости, ловкости, гибкости) и формированием двигательных навыков существует тесная взаимосвязь. Освоение новых движений сопровождается совершенствованием двигательных качеств. Различные движения избирательно воздействуют на двигательный аппарат человека и поэтому в неравной мере развивают отдельные мышцы и мышечные группы.

Формирование двигательных качеств в онтогенезе происходит неравномерно и гетерохронно и зависит от развития ряда систем организма. Например, совершенствование выносливости определяется в значительной мере слаженной деятельностью кровеносной, дыхательной и сердечно-сосудистой

систем, а развитие силы мышц тесно связано с ростом костной и мышечной тканей, с формированием способности управлять работой мышц. Каждому возрасту свойствен определенный уровень развития двигательных качеств. Наивысшие достижения в силе, быстроте и выносливости достигаются в разные сроки.

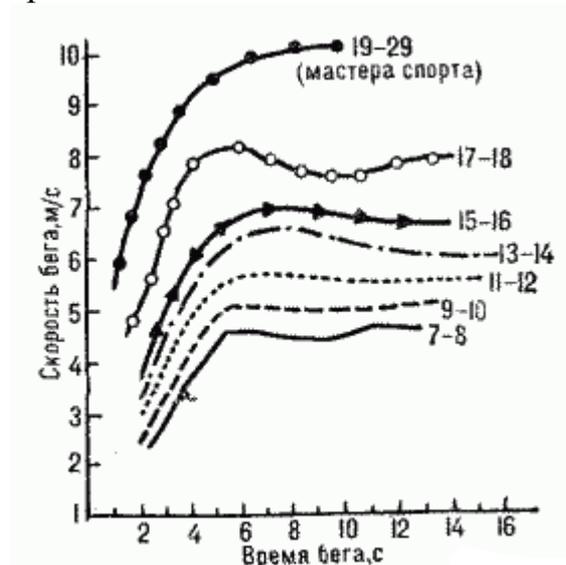


Рис. 95. Изменение скорости бега у людей разного возраста (А. И. Васютина и др.)

Систематическая тренировка ускоряет развитие двигательных качеств, но прирост их в различные возрастные периоды неодинаков.

**Сила.** Впервые максимальную произвольную силу мышц (МПС) при изометрическом напряжении удастся измерить в возрасте 4-5 лет. МПС сгибателей и разгибателей кисти составляет в среднем соответственно 5,22 и 4,61 кг, бедра 6,0 и 7,9 кг, туловища 8,17 и 14,65 кг.

С возрастом происходит неравномерное развитие силы отдельных мышц. Как видно из табл. 28, в 12-16 лет прирост МПС у мышц-разгибателей бедра больше, чем у мышц-разгибателей голени и стопы.

Таблица 28. Максимальная произвольная сила мышц (кг) в зависимости от возраста

Возраст, лет	Разгибатели бедра	Разгибатели ходяцы	Разгибатели стопы
12	62	24	39
13	74	31	49
14	85	37	55
15	96	41	59
16	106	44	68

В каждом возрастном периоде изменяется соотношение (топография) МПС различных мышц, формируется своеобразный мышечный профиль. С 8 до 10 лет повышение МПС мышц происходит относительно равномерно. К 11 годам темпы роста ее увеличиваются. Наиболее интенсивный прирост МПС установлен в период от 13-14 до 16-17 лет. В последующие годы (до 18-20 лет) темпы ее роста замедляются. У более крупных мышц МПС увеличивается несколько дольше. К 16-17 годам завершается формирование топографии силы мышц, характерной для взрослых.

В настоящее время в связи с акселерацией отмечается тенденция более раннего развития силы отдельных групп мышц.

Наряду с ростом абсолютной МПС увеличивается относительная МПС (на 1 кг массы тела). Наиболее высокий темп развития относительной силы происходит от 6-7 до 9-11 лет, а для некоторых мышц (разгибатели туловища, подошвенные сгибатели стопы) до 13-14 лет.

**Быстрота.** При выполнении спортивных упражнений, как правило, отмечается комплексное проявление быстроты. Например, результат в спринтерском беге зависит от времени двигательной реакции на старте, быстроты одиночных движений и частоты (темпа) шагов.

Впервые в отдельных движениях время реакции удается определить в возрасте 2-3 лет - 0,50-0,90 с. Но уже в 5-7 лет оно снижается до 0,30-0,40 с, а к 13-14 годам приближается к данным взрослых (0,11-0,25 с). Изменение с возрастом двигательной реакции происходит неравномерно. До 9-11 лет время ее уменьшается быстро, а в последующие годы, особенно после 12-14 лет, - медленно.

Тренировка способствует улучшению скорости двигательной реакции. Наибольшее уменьшение времени реакции под влиянием систематической тренировки отмечено у детей 9-12 лет. В этом возрасте преимущество тренирующихся детей перед не занимающимися спортом особенно велико. Если в это время не развивать быстроту, то в последующие годы, возникшее отставание трудно ликвидировать.

В процессе развития организма повышается скорость одиночных движений. К 13-14 годам она приближается к данным взрослых, в 16-17 лет отмечается снижение ее, а к 20-30 годам - некоторое повышение. У юных спортсменов скорость одиночных движений развита лучше. Уже в возрасте 13-14 лет отмечается явное превосходство их над нетренирующимися, которое сохраняется в последующие возрастные периоды. Наибольшая эффективность развития скорости одиночных движений установлена в 9-13 лет.

Важным компонентом быстроты является частота (темп) движений. Максимальная частота движений (за 10 с) в локтевом суставе увеличивается с 4 до 1,7 лет в 3,3-3,7 раза. У детей 11-12 лет максимальная частота вращения педалей на велоэргометре составляет в среднем 20 (за 10 с), затем повышается и в 18-20 лет равна 33.

Взаимосвязь в развитии силы и быстроты достаточно полно проявляется в скоростно-силовых упражнениях, например в прыжках в длину и в высоту. Наибольший прирост результатов в прыжках наблюдается от 12 до 13 лет (табл. 29).

*Таблица 29. Результаты (см) в скоростно-силовых упражнениях у мальчиков в зависимости от возраста*

Возраст, лет	Прыжок вверх (толчком двух ног)	Прыжок в длину	Тройной прыжок (с места)
12	35	171	517
13	38	185	560
14	40	194	591
15	42	201	615

Таким образом, и по данным скоростно-силовых упражнений отмечается неравномерный прирост результатов в различные возрастные периоды.

**Выносливость.** Наиболее полно возрастные изменения выносливости изучены при статических усилиях различных групп мышц, например сгибателей кисти, предплечья, бедра. Установлено, например, что с возрастом увеличивается время удержания сгибателями кисти усилия на динамометре, равного 50% от максимального (в 10-12 лет время данного усилия составляет 96 с, а в 18-20 лет - 113 с).

Продолжительность усилия различных групп мышц неодинакова и увеличивается не одновременно. В возрасте от 8 до 11 лет наибольшей выносливостью характеризуются мышцы-разгибатели туловища; в 11-14 лет значительно повышается выносливость икроножных мышц, в 13-14 лет несколько снижается статическая выносливость сгибателей и разгибателей предплечья и разгибателей туловища.

По мере развития организма увеличивается время удержания основных гимнастических поз - вися и упора. С 13 до 17 лет предельная продолжительность вися повышается у мальчиков в 4,3 раза, а у девочек - в 4 раза.

С возрастом заметно повышается работоспособность при выполнении напряженных динамических упражнений на выносливость. В упражнении на велоэргометре мощность работы, увеличивается с 509 кгм/мин в 8-9 лет до 2710 кгм/мин у взрослых людей (табл. 30).

*Таблица 30. Возрастные изменения мощности работы на велоэргометре (А.З. Колчинская, 1973)*

Возраст, лет	Мощность, кгм/мин
8-9	509
10-11	745
13	916
14	1045
15-16	1219
22	2710

Выносливость в разные возрастные периоды повышается неравномерно. Так, установлено, что в упражнениях аэробной мощности наибольший прирост выносливости наблюдается у юношей от 15-16 до 17-18 лет. В упражнениях анаэробной мощности значительное увеличение продолжительности работы отмечается от 10-12 до 13-14 лет.

Юные спортсмены характеризуются не только большей выносливостью, но и более значительным ее возрастным приростом. Так, у девочек, занимающихся плаванием, от 8 до 15 лет работоспособность в упражнениях на велоэргометре увеличивается в 3 раза, а у мальчиков - в 3,4 раза. При этом, чем старше юные спортсмены и чем больше у них стаж занятий спортом, тем больше они отличаются от неспортсменов.

**Ловкость.** Это двигательное качество характеризуется умением управлять силовыми, временными; пространственными параметрами движений.

Одним из проявлений ловкости является точность ориентации в пространстве. Способность к пространственной дифференцировке движений

заметно усиливается в возрасте 5-6 лет. Наибольший рост этой способности отмечается от 7 до 10 лет. В 10-12 лет она стабилизируется, в 14-15 лет несколько ухудшается, а в 16-17 лет показатели двигательной ориентации достигают данных взрослых. Систематическая тренировка развивает умение более качественно анализировать пространственные параметры движений.

С возрастом изменяется способность дифференцировать темп движения. В 7-8 лет отмечается значительная вариативность частоты вращения педалей велосипеда. К 13-14 годам способность воспроизводить заданный темп движений улучшается и приближается к данным взрослых.

О совершенствовании с возрастом ловкости свидетельствует способность дифференцировать усилие мышц. У детей 5-10 лет точность воспроизведения заданного усилия меньше, чем в последующие периоды развития. Наиболее совершенная дифференцировка уровня мышечного напряжения характерна для юношей 15-17 лет.

Под влиянием тренировки способность управлять движениям улучшается. Высокая степень развития координации движений обуславливает более успешное совершенствование других двигательных качеств.

**Гибкость.** По мере развития организма гибкость изменяется неравномерно. Так, подвижность позвоночного столба при разгибании заметно повышается у мальчиков с 7 до 14 лет, а у девочек с 7 до 12 лет. В более старшем возрасте прирост ее снижается. Подвижность позвоночного столба при сгибании у мальчиков 7-10 лет значительно возрастает, а в 11-13 лет уменьшается. Высокие показатели гибкости отмечаются у мальчиков в 15 лет, а у девочек - в 14 лет. При активных движениях гибкость несколько меньше, чем при пассивных.

#### **Физиологическая характеристика юных спортсменов**

Характерной особенностью спортивного совершенствования детей и подростков является то, что у них развитие двигательных и вегетативных функций, повышение работоспособности происходит на фоне еще не закончившихся процессов роста и формирования организма. Поэтому особую опасность представляет форсированная подготовка юного спортсмена, использование узкого круга физических упражнений, чрезмерное и несвоевременное увеличение тренировочных нагрузок.

#### **Возрастные особенности спортивной работоспособности**

По мере развития организма его физическая работоспособность повышается. В спорте это выражается в повышении скорости-движений" увеличении продолжительности и интенсивности бега, плавания, гребли и т. д., даже в относительно небольшом возрастном диапазоне (табл. 31); при работе на велоэргометре с возрастом увеличивается, мощность работы (См. табл. 30).

*Таблица 31. Работоспособность и кислородный запрос во время гребли в максимальном темпе на байдарке на дистанции 200 м у подростков (по В. С. Мищенко, 1969)*

Показатели	возраст, лет		
	13	14	15-18
Время гребли (с)	70,7 ± 0,5	66,0 ± 0,6	61,5 ± 0,6
Число гребков в минуту	81,3 ± 0,4	82,0 ± 0,6	93,0 ± 0,7
Кислородный запрос, мл/мин	3360±40 62,4	3562±48 64,0	4070 ± 60 68,0

мл/кг- мин	± 0,3	± 0,4	± 0,45
------------	-------	-------	--------

Спортивная тренировка способствует росту физической работоспособности. Юные спортсмены по сравнению с не занимающимися спортом показывают большую работоспособность. При этом чем старше юные спортсмены, чем продолжительнее стаж занятий спортом, тем больше различия между ними и неспортсменами. Установлено, что спортсмены 8-9 лет в упражнениях - на велоэргометре выполняли работу, равную 3874 кгм, а неспортсмены того же возраста- 3684 кгм. Работа 14-15-летних пловцов равняется 12 973 кгм, а их сверстников-неспортсменов лишь 8486 кгм. Девочки (и занимающиеся, и не занимающиеся спортом) показывают меньшую работоспособность, чем мальчики. Причем различия в работоспособности между юными спортсменками и не занимающимися спортом выражены в большей степени, чем у мальчиков (табл. 32).

Таблица 32. Работоспособность мальчиков (М) и девочек (Д) 8-15 лет, занимающихся (I) и не занимающихся (II) спортом (С. Б. Тихвинский, 1972)

Показатели	Группа	Возраст, лет			
		8-9	10-11	12-13	14-15
Достигнутая мощность работы (Вт)	М I	142,1	171,6	195,7	248,4
	М II	140,6	161,7	162,0	210,7
	Д I	145,0	148,6	184,1	227,7
	Д II	116,0	137,0	152,9	168,6
Суммарная работа (кгм)	М I	3874	5105	8402	32973
	М II	3684	4721	4938	8486
	Д I	3645	4632	6712	10749
	Д II	2610	3408	4592	5175
МПК (мл/мин)	М I	1492	1714	2221	2703
	М II	1535	1657	1698	2299
	Д I	1337	1533	1974	2221
	Д II	1022	1277	1509	1722

Увеличение работоспособности и улучшение с возрастом адаптации к упражнениям на выносливость в значительной степени связано с ростом аэробной производительности, и в частности МПК. Причем увеличение МПК в наибольшей степени проявляется у юных спортсменов по мере увеличения стажа занятий спортом.

Детский и юношеский организмы характеризуются не только меньшей аэробной, но и меньшей анаэробной производительностью. Это в известной мере ограничивает работоспособность, особенно в упражнениях анаэробной мощности, при которых анаэробные процессы энергопродукции играют существенную роль. Одним из показателей анаэробной производительности служит величина максимального кислородного долга, которая с возрастом возрастает. Установлено, что дети 9-10 лет прекращают работу при нагрузке 8-9,3 кгм/с, когда кислородный долг составляет 800-1200 мл. Подростки 12-14 лет могут выполнять работу, равную 12-17 кгм/с, при кислородном долге 2000-2500 мл. Предельная нагрузка для взрослых - 20-45 кгм/с, а кислородный долг - 6000 мл. Вместе с тем у детей кислородный долг составляет больший процент от

кислородного запроса. Величина как быстрой (алактатной), так и медленной (лактатной) фракций кислородного долга у них меньше. Максимальные значения этих компонентов кислородной задолженности отмечаются в возрасте 20-30 лет. О повышении с возрастом анаэробных возможностей организма свидетельствуют изменения концентрации молочной кислоты в крови. У детей 7-8 лет при упражнениях максимальной интенсивности содержание молочной кислоты в крови повышается до 80 мг%, у 14-15-летних - до 100 мг%, а у взрослых - до 112 мг%. Эти данные указывают на то, что дети и подростки менее, чем взрослые, способны работать в анаэробных условиях.

Формирование аэробного и анаэробного механизмов энергетического обеспечения мышечной деятельности происходит в разные сроки. Анаэробные возможности развиваются позднее. Так, если по величине относительного МГЩ 13-летние почти не отличаются от взрослых, то относительный максимальный кислородный долг у них составляет лишь 60-70% от данных взрослых. В результате этого у детей (особенно у младших школьников) отмечается незначительное использование анаэробных процессов в энергообеспечении мышечной деятельности.

Возрастные особенности адаптации к мышечной деятельности проявляются при нагрузках повышающейся мощности. Взрослые спортсмены могут выполнять на велоэргометре нагрузку, равную 1700 кгм/мин, при ЧСС 175 уд/мин. У юношей меньшая работа (1500 кгм/мин) сопровождается большим ростом ЧСС (186 уд/мин). Таким образом, взрослые спортсмены производят больший объем работы за счет менее напряженной сердечной деятельности. Для того чтобы потребить равное со взрослыми количество кислорода, детям необходимо сделать большее число дыхательных движений. Так, у детей 11-12 лет на один дыхательный цикл приходится 17,8 мл O<sub>2</sub>, в то время как у взрослых 35,8 мл.

#### Х.4.2. Возрастные особенности динамики состояния организма при спортивной деятельности

В процессе спортивной деятельности в физиологическом состоянии организма отмечается несколько периодов, сменяющих друг друга: стартовое состояние, вработывание, устойчивое состояние, утомление и восстановление (см. гл. 2).

У юных спортсменов предстартовые условнорефлекторные изменения различных функций могут быть более выражены, чем у взрослых. Словесная информация о предстоящей мышечной деятельности вызывает у детей более заметные изменения ЧСС и АД, причем у спортсменов предрабочее увеличение функций более значительно по сравнению с не занимающимися спортом.

Период вработывания у детей несколько короче, чем у взрослых. Например, у детей 7-14 лет в беге на короткие дистанции максимальная скорость достигается на 5-й секунде, а у юношей 17-18 лет - на 6-й. Правда, юноши за это время достигают большей скорости и преодолевают большее расстояние. В упражнениях на выносливость (плавание, "езда" на велоэргометре) у детей также несколько раньше стабилизируются некоторые показатели работоспособности, сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

После периода вработывания наступает устойчивое состояние. Способность удерживать устойчивое состояние зависит от возраста. Дети меньше, чем

взрослые, способны сохранять его. Они быстрее достигают максимального уровня потребления O<sub>2</sub>, но в способности удерживать этот уровень уступают взрослым (рис. 96). Более короткий период устойчивого состояния сочетается у подростков с более стремительным, чем у взрослых, развитием гипоксемии, что является результатом большего рассогласования функций у подростков при напряженной мышечной деятельности.

От возраста зависит также характер процессов утомления. У детей в период утомления работоспособность, скорость движений снижаются в большей мере, чем у взрослых. Дети вынуждены прекращать работу при меньших изменениях внутренней среды организма, в условиях значительно меньшей кислородной задолженности.

При умеренной аэробной работе в период развивающегося утомления у подростков больше выражена дискоординация вегетативных функций (дыхания и кровообращения), в большей мере повышается энергетическая стоимость упражнений (В. М. Волков, А. В. Ромашов).

У юных спортсменов утомление нередко проявляется в более значительных нарушениях координации движений и взаимодействия двигательных и вегетативных функций (например, в нарушении согласования между дыханием и движением).

Возраст влияет и на характер восстановительных процессов после физической нагрузки. После непродолжительных, преимущественно анаэробных, упражнений восстановление работоспособности, вегетативных функций, ликвидации кислородной задолженности у детей происходит в более короткие, чем у взрослых, сроки. Правда, как в абсолютных, так и в относительных единицах величина кислородной задолженности у детей меньше. При работе максимальной мощности у детей 11 -14 лет восстановление потребления O<sub>2</sub> происходит на 12- 14-й мин, а у взрослых - на 16- 18-й мин.

Восстановительные процессы после интенсивных упражнений носят неравномерный характер. Сначала они протекают быстро, а затем медленно. В быструю фазу восстановления ликвидируется большая, чем у взрослых, часть кислородного долга. У детей 8- 9 лет она составляет 60-70% общего долга, а у взрослых - лишь около 40%. С возрастом (от 11 до 20 лет) наряду с повышением выносливости и возможности производить большую работу увеличивается время восстановления.

Более быстрое восстановление у детей после непродолжительных упражнений не дает им заметных преимуществ перед взрослыми. Дело в том, что при продолжительных и утомительных нагрузках, при многократных повторениях упражнений восстановительные процессы у детей протекают медленнее, чем у взрослых. Например, у спортсменов 16-18 лет после велогонки на 50 км АД восстанавливается за 6-24 ч, а у взрослых спортсменов -за 3-4 ч. Продолжительность восстановительных процессов у юных велосипедистов после гонки на 25 км примерно такая же, как у взрослых спортсменов после гонки на 50 км.

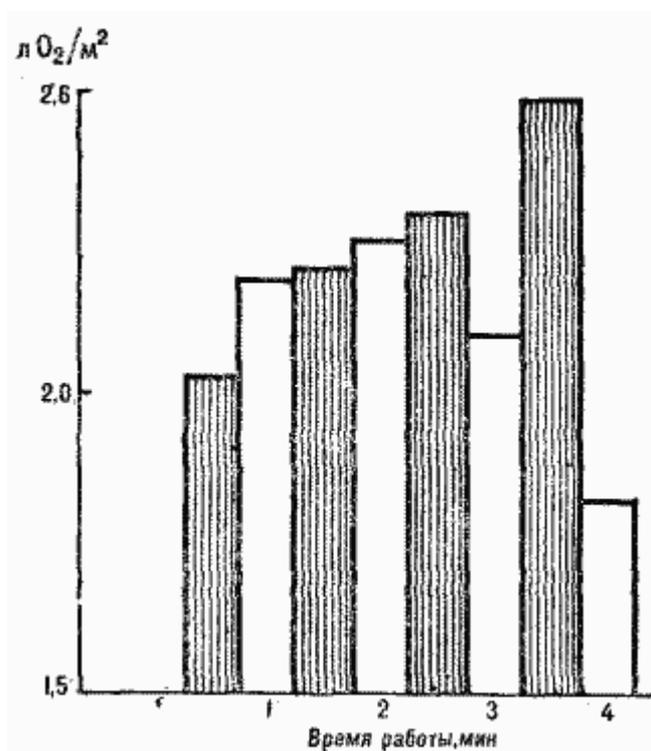


Рис. 96. Скорость потребления O<sub>2</sub> на 1 м<sup>2</sup> поверхности тела (ордината) во время максимально напряженной работы - бега на тредбане (В. М. Волков): штриховка - взрослые спортсмены, без штриховки - юные спортсмены

### ***Спортивная ориентация и ее физиологические критерии***

Характерной особенностью современного спорта является поиск талантливой молодежи, организация научно обоснованной спортивной ориентации.

Различные виды спорта предъявляют специфические требования к строению тела, уровню развития отдельных двигательных качеств, функциональным возможностям организма. Так, границы спортивных достижений во многом определяются морфологическими особенностями спортсмена. Их необходимо учитывать при спортивной ориентации, так как некоторые характеристики телосложения слабо изменяются под влиянием тренировки.

В ряде видов спорта, где преобладающим качеством является выносливость, предъявляются высокие требования к аэробной производительности. Согласно данным В. Б. Шварца, величина МПК на 80% зависит от генетических факторов и лишь на 20% от влияния внешней среды, в частности тренировки. Поэтому определение МПК у юных спортсменов может быть использовано для прогноза их будущих результатов в упражнениях на выносливость.

Многие выдающиеся бегуны на средние дистанции отличаются высоко развитой способностью преодолевать кислородный дефицит. Они могут "терпеть" гипоксемические и гиперкапнические сдвиги, в 2-3 раза превышающие подобные изменения у спортсменов менее высокой квалификации (А. Б. Пандельсман). Поэтому в анаэробных видах спортивной деятельности надежным критерием отбора может быть оценка способности преодолевать кислородную недостаточность. Наиболее простой способ оценки - метод гипоксемических проб (задержка дыхания, дыхание в замкнутое пространство, дыхание газовыми

смесями и т. д.), более сложный - определение максимального кислородного долга.

В некоторых видах спорта (тяжелой атлетике, борьбе, гимнастике, легкоатлетических метаниях) спортивный результат в значительной степени определяется уровнем развития силы определенных- групп мышц.

Показателем скоростно-силовой подготовленности бегунов на короткие дистанции является импульс силы за ОД с. Он характеризует способность спортсмена проявлять большие усилия в кратчайшее время и может служить тестом для контроля за уровнем специальной подготовленности спринтера. С возрастом, по мере спортивного совершенствования, величина импульса силы повышается.

Быстроту и скоростно-силовые качества относят к числу консервативных проявлений двигательных способностей человека, т. е. слабо изменяющихся под влиянием спортивной тренировки. Так, установлено, что в легкоатлетических прыжках время отталкивания мало зависит от возраста занимающихся и их квалификации. Юные спортсмены, отличающиеся значительными "взрывными усилиями", сохраняют это качество в процессе дальнейшей подготовки. Поэтому способность к концентрации усилий в толчковой фазе прыжка рассматривают как критерий для положительного прогноза потенциальных возможностей к занятиям данным видом спорта.

Признавая значимость генетического фактора, не следует умалять роли внешней среды. Генетическая информация может быть реализована только в том случае, если она в каждом возрастном периоде будет оптимально взаимодействовать с определенными условиями среды. Установлено, что эффективность спортивного совершенствования значительно выше, если акценты педагогических влияний совпадают с индивидуальными анатомо-физиологическими особенностями спортсмена в данный возрастной период.

Влияние определенного фактора среды неодинаково на различных этапах развития организма. Для каждого этапа характерен "свой комплекс" наиболее действенных факторов, которые дают наибольший эффект. Неадекватным возможностям организма внешние факторы не позволяют использовать резервы организма, которыми он располагает на отдельных этапах онтогенеза.

Развитие двигательных качеств у спортсменов 12-16 лет находится в зависимости не столько от паспортного, сколько от биологического возраста. Неодинаковые темпы развития детей одного и того же паспортного возраста могут ввести тренера в заблуждение в отношении их истинных способностей. Высокий спортивный результат в детские и юношеские годы может быть обусловлен не спортивной одаренностью, а генетически более ранними сроками биологического созревания. Таким образом, акцент при спортивном отборе на детей-акселератов не всегда целесообразен. Нередко подростки с замедленными темпами индивидуального развития являются потенциально более способными, но их одаренность может проявиться позднее.

Спортивные достижения определяются, с одной стороны, уровнем исходных результатов (ювенильные показатели), а с другой - темпами прироста их в ходе спортивного совершенствования. В связи с неодинаковыми темпами прироста между ювенильными показателями и конечными достижениями

(дефинитивные показатели) не всегда есть полное соответствие. Поэтому необходимо учитывать не только исходный уровень достижений, но и темпы, прироста функциональных возможностей, развития двигательных качеств. Установлено, что результаты юных пловцов, легкоатлетов, достигнутые к концу 2-3-го года занятий, не зависят от первоначальных исходных результатов. Следовательно, в данном случае не исходный спортивный результат, а индивидуальные темпы развития функциональных возможностей в большей степени взаимосвязаны с дефинитивными показателями.

Более высокие темпы прироста спортивных достижений имеют место при так называемом дифференцированном спортивном совершенствовании, т. е. при условии избирательного подхода к занимающимся с учетом их индивидуальных морфологических и функциональных данных, особенностей развития высшей нервной деятельности. Принцип индивидуализации имеет широкий спектр действия. Воспитание будущего спортсмена - это не только индивидуальное развитие специальных физических качеств, но и формирование личности и характера будущего спортсмена.

*Контрольные вопросы:*

1. *Перечислите основные части мышцы.*
2. *Перечислите функции мышц.*
3. *Перечислите основные компенсаторно-приспособительные и деструктивные изменения скелета и мышц под влиянием динамических и статистических нагрузок разной интенсивности.*
4. *Строение клетки, особенности нервных и мышечных клеток.*
5. *Какие функции выполняют клеточные органеллы (митохондрии, рибосомы, миофибриллы, ядро, хромосомы, саркоплазматический ретикулум, комплекс Гольджи)?*
6. *Какие клетки обладают свойством возбудимости?*
7. *Как возникает возбуждение (ПД) в нервной клетке?*
8. *Ионы какого вещества играют главную роль в возбуждении нервной клетки?*
9. *Каким образом распространяется возбуждение внутри клетки?*
10. *Каким образом передается возбуждение от одной клетки к другой?*
11. *Что такое синапс? Какие существуют виды синаптической передачи?*
12. *Механизм передачи возбуждения в химическом синапсе.*
13. *Какую роль в передаче возбуждения выполняют нейромедиаторы?*
14. *Какое химическое вещество является медиатором в нервно-мышечном синапсе?*
15. *Что является структурной единицей нервной ткани?*
16. *Что входит в состав двигательной единицы?*
17. *Какие ионы высвобождаются из саркоплазматического ретикулума миоцитов при возбуждении?*
18. *Морфофункциональные различия быстрых и медленных ДЕ.*
19. *Что такое мышечная композиция?*
20. *Что такое миофибриллы? Какие белки входят в их состав?*
21. *Функции соматической нервной системы.*

22. *Функции симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС).*
23. *Функции парасимпатического отдела ВНС.*
24. *Цели и задачи спортивной тренировки детей..*
25. *Особенности современной спортивной тренировки детей.*
26. *Раскрыть проявления особенностей современной спортивной тренировки детей.*
27. *Классификация спортивных упражнений для детей.*
28. *Характеристика зон мощности (по выбору).*
29. *Характеристика развития качества выносливости.*
30. *Виды планирования тренировочного процесса у детей.*

### *Литература*

1. Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И., Гайворонский А.И. *Анатомия и физиология человека.* – М.: «Академия», 2011.
2. Миловзорова М. С. *Анатомия и физиология человека.* М: Медицина, 1972.
3. Федюкович Н.И. *Анатомия и физиология человека.* Ростов-на-Дону: «Феникс», 2009.

## **Тема 19: Возрастная периодизация людей среднего и пожилого возраста. Физиологическая характеристика систем организма пожилых людей. Влияние физических упражнений на организм пожилых людей.**

*План:*

1. *Возрастная периодизация людей среднего возраста:*
  - *Специализация проблемы периодизации индивидуального развития взрослого человека;*
  - *Социальная ситуация развития;*
  - *Нравственность, духовность, социальность в зрелом возрасте;*
  - *Межличностные отношения в зрелом возрасте;*
  - *Любовь;*
  - *Семейный цикл;*
  - *Родительство;*
  - *Кризис середины жизни.*
2. *Возрастная периодизация людей пожилого возраста:*
  - *Старение;*
  - *Изменение систем организма пожилых людей;*
  - *Психические изменения у пожилых людей;*
  - *Старческий возраст.*
3. *Физиологическая характеристика систем организма пожилых людей:*
  - *Возрастные изменения в организме человека;*
  - *Влияние физических нагрузок на организм пожилых людей;*
  - *Особенности занятий физическими упражнениями в пожилом возрасте;*
  - *Физиологические закономерности процессов старения организма.*
4. *Влияние физических упражнений на организм пожилых людей.*

### **Возрастная периодизация людей среднего возраста**

Проблема развития индивида, становление его как личности – кардинальная проблема в системе психологических знаний. Как неповторимо детство человека, также неповторимо продолжение его жизненного пути от молодости до старости. Процесс развития продолжается во взрослом, зрелом и позднем возрасте. Противоречия и кризисы, успехи и неудачи, самопознание и самосовершенствование, поиски смысла жизни и пути их достижения, надежды и разочарования, конфликты и их разрешение (в семье, на работе, в межличностных отношениях), оптимистическая и пессимистическая жизненная позиция – всё это и многое другое присуще людям в зрелом возрасте.

В данной работе изложены основные характеристики зрелого человека, так как именно в этом возрасте личность находится в центре возрастной периодизации и ответственность которую он несёт за свою жизнь, за жизнь старшего и будущего поколения целиком лежит на его плечах.

Все, что связано с психологией взрослого человека нечетко, неясно и противоречиво излагается, потому что психология взрослого – одна из наименее разработанных возрастных психологий. Необходимо рассмотреть также кризис среднего возраста, так как период с 35 до 60 лет – время, когда люди критически анализируют и оценивают свою жизнь. Одни могут быть удовлетворены собой,

для других анализ прожитых лет может стать болезненным процессом. Ученые исследовали данный вопрос и выявили несколько составляющих присущих кризису середины жизни:

- Беспокойство относительно будущего
- Негативная оценка карьерного пути
- Негативная переоценка супружеских отношений

### **Специфические проблемы периодизации индивидуального развития взрослого человека**

Имеется много различных классификаций возрастов, разработанных специалистами из разных областей человеческого знания (а, следовательно, и по разным основаниям). Например, по древней китайской классификации зрелость разделяют на 4 периода: с 20 до 30 лет – возраст вступления в брак; с 30 до 40 – возраст выполнения общественных обязанностей; с 40 до 50 – познание собственных заблуждений; с 50 до 60 – последний период творческой жизни. Пифагор сравнивал возраста с временами года и, соответственно, зрелость охватывала периоды лета (20–40) и осени (40–60).

По возрастной периодизации, принятой Международным симпозиумом в г. Москве в 1965 г., средний (зрелый) возраст так же разделяют на 2 периода. Первый период – 22–35 для мужчин, 21–35 для женщин и второй период – 36–60 для мужчин, 36–55 для женщин.

Возрастная периодизация Д.Б. Бромлей (1966) относит зрелость к четвертому циклу и делит их на четыре стадии: 1) ранняя зрелость 21–25 лет; 2) средняя зрелость 25–40 лет; 3) поздняя зрелость 40–55 лет; 4) предпенсионный возраст 55–65 лет.

Стадии развития личности по Э. Эриксону включают в себя: раннюю зрелость (от 20 до 40–45 лет), среднюю зрелость (от 40–45 до 60 лет) и позднюю зрелость (свыше 60 лет).

Схема периодизации индивидуального развития (В.В Бунак, 1965) относит зрелость ко второй (стабильной) стадии развития, которая включает в себя два периода, подразделяющиеся на два возраста. Взрослый период: первый возраст – 22–28 лет для мужчин, 21–26 для женщин и второй возраст – 29–35 лет для мужчин, 27–32 – для женщин. Зрелый период: первый возраст – 36–45 лет для мужчин, 33–40 лет для женщин и второй возраст – 46–55 лет для мужчин, 41–50 – для женщин.

Отечественный психолог, специалист в области разработки к реализации проблем человекознания Б.Г. Ананьев писал: «Жизненный путь человека – это история формирования и развития личности в определённом обществе, современника определённой эпохи и сверстника определённого поколения. Вместе с тем фазы жизненного пути датируются историческими событиями, сменой способов воспитания, изменениями образа жизни и системы отношений, суммой ценностей и жизненной программой – целями и смыслом жизни, которыми данная личность владеет. Фазы жизненного пути накладываются на возрастные стадии онтогенеза, причём в такой степени, что в настоящее время некоторые возрастные стадии обозначаются именно как фазы жизненного пути, ...».

И, наконец, ещё одна из специфических проблем – это определение объективных критериев зрелости человека. Гетерохронность зрелости – это существенная характеристика в индивидуальном развитии человека: не совпадают во времени физическая зрелость, умственная, гражданская и др. Эти трудности привели к тому, что в современной психологической литературе довольно часто понятие «зрелость» заменяется понятием «взрослость», что позволяет избежать многих сложностей и, как правило, выделяют 3 стадии:

- Ранняя взрослость от 20 до 40
- Средняя взрослость от 40 до 60
- Поздняя взрослость от 60 и старше

Каждый из вышеперечисленных возрастных периодов обладает своими особенностями и характеристиками. Возраст – этап развития человека, характеризуемый специфическими для него закономерностями формирования организма и личности и относительно устойчивыми морфофизиологическими и психологическими особенностями. Данное определение не рассматривает изменений социального статуса личности и её ролей, связанных с изменением количества прожитых лет и накопленным социальным опытом.

Характеристика реальный, биологический или физиологический возраст указывает на степень изношенности или, наоборот, сохранности организма человека по отношению к средней ожидаемой в данном возрасте или периоде жизни в конкретных культурно-исторических условиях. Причём в значительном количестве случаев реальный возраст может не совпадать с календарным возрастом, что объясняется как медико-биологическими, так и психологическими и социальными причинами.

Психологический возраст индивида связан с уровнем развития личности и также варьируется в зависимости от конкретных исторических условий, уровня развития общества, принадлежности к социальной группе, а также индивидуальных условий развития личности. Однако можно рассматривать эту категорию и с другой точки зрения, связав возраст индивида с его индивидуальными ощущениями своего возраста.

Социальный возраст оценивается по степени соответствия положения человека существующим в данной культуре нормам, с ожиданиями и требованиями общества по отношению к социальной роли индивида, его статусу в данном возрастном периоде.

1. Не существует жёстких границ начала и завершения каждой стадии развития индивида.

2. Для процессов созревания и инволюции характерны неравномерность и гетерохронность.

3. С учётом влияния внешних и внутренних по отношению к индивиду причин скорость и качество развития его организма, процессы развития и старения, а значит и их итоги, к определённому периоду времени будут сугубо индивидуальными.

### **Социальная ситуация развития**

Социальная ситуация развития в период зрелости связана с активным включением человека в сферу общественного производства, с созданием семьи, проявлением своей личностной индивидуальности в воспитании детей,

творчестве, взаимоотношениях с людьми в процессе трудовой деятельности. Взрослый человек стремится занять ключевое место в обществе.

Зрелость – наиболее продолжительный период онтогенеза, характеризующийся тенденцией к достижению наивысшего развития духовных, интеллектуальных и физических способностей личности.

В период молодости (18–25–30) деятельность человека достигает значительного прогресса в общественной производственной и личной сферах. Наибольшее количество заключаемых браков приходится на период от 22 до 25 лет. Молодости присущ оптимизм: человек уже начал действовать в плане осуществления своих идеалов и жизненных целей, он трудится над утверждением своего человеческого предназначения.

Главная цель молодости подчеркивает А.В. Толстых, состоит в реализации возможностей саморазвития человека.

Вместе с тем именно в молодости имеются серьезные проблемы с развитием самосознания. Самосознание, которое полвека назад уже развивалось к 17–19 годам, формируется в настоящее время к 23–25 годам.

К концу периода молодости (примерно к 30 годам) человек переживает кризисное состояние, некий перелом в развитии, связанный с тем, что представления о жизни, сложившиеся между двадцатью и тридцатью годами, не удовлетворяют его. Анализируя пройденный путь, свои достижения и провалы, человек обнаруживает, что при уже сложившейся и внешне благополучной жизни личность его несовершенна, что много времени и сил потрачено впустую, что он мало сделал по сравнению с тем, что мог бы сделать и т.п. Иными словами, происходит переоценка ценностей, критический пересмотр своего «Я». Человек обнаруживает, что многое он уже не может изменить в своей жизни, в себе: семью, профессию, привычный образ жизни. Самореализовав себя на данном этапе жизни, в период молодости, человек вдруг осознаёт, что, в сущности, стоит перед той же задачей – поиска, самоопределения в новых обстоятельствах жизни, с учётом реальных возможностей (в том числе ограничений, не замечавшихся им ранее). Этот кризис свидетельствует о том, что человек переходит на новую возрастную ступень – возраст зрелости. Обратим внимание на то, что «кризис тридцати» – условное название. Это состояние может наступить и раньше и позднее, ощущение кризисного состояния может наступать на протяжении жизненного пути неоднократно (как и в детстве, отрочестве, юности), так как процесс развития идет по спирали, не останавливаясь. Кризисное состояние человека (в случае нормы, а не патологии) – явление положительное, так как даёт импульс к дальнейшему совершенствованию (самосовершенствованию) личности в её развитии (5).

1. Зрелость – самый длительный для большинства людей период жизни. Но даже если принимать её по минимуму, продолжительность зрелости составляет более четверти века.

2. Верхняя граница зрелости зависит от индивидуальности человека и может отодвигаться в сторону ещё большего возраста.

3. Зрелый человек стремится занимать ключевое место в обществе.

4. Жизненный путь человека в периоды юности, молодости, зрелости, зрелости и пожилом возрасте, является целостным процессом, в котором

профессиональное самоопределение и развитие являются его неотъемлемой частью.

### **Нравственность, духовность, социальность в зрелом возрасте**

К первичным побуждениям можно отнести альтруизм (сохранение вида), эгоизм (сохранение индивида), эмпатию. В сочетании с биологическими побуждениями – пищевой и половой мотивацией, исследовательской активностью, родительским инстинктом и инстинктом защиты территории – формируются предпосылки многообразных форм проявления человечности: любви, жертвенности, смелости, агрессивности, стремления к доминированию и др.

Из всего сказанного можно с известной долей уверенности сделать вывод о том, что среди врождённых видов внутренней активности человека (природных побудителей) наряду с биологическими представлены и нравственные. В силу своей первичности они бессознательно определяют поведение человека.

Таким образом, мы можем говорить о природных предпосылках человечности. Эволюционное развитие человека как биологического и социального существа осуществляется в трёх направлениях: развитие объёма и структуры головного мозга и развитие умственных возможностей; развитие умственных возможностей и формирование первобытной морали и религии; развитие биологических и социальных (групповых) инстинктов. Отмеченные линии развития тесно взаимосвязаны и представляют целостный одновременный процесс происхождения человека и формирования человечности. При этом человечность представляется в двух формах: природной (врождённой) человечности, выступающей как условие и предпосылка нравственного поведения человека, приобретающей конкретное исполнение в зависимости от условий жизнедеятельности человека, и коллективной морали субъектом которой является сообщество и которая фиксирует в культуре этого сообщества. В процессах взаимодействия природной человечности и коллективной (социальной) морали прижизненно формируются нравственные качества конкретного человека, происходит формирование личности.

### **Межличностные отношения в зрелом возрасте**

Фрейд считал, что благополучие человека во взрослой жизни определяется его способностью любить и трудиться. Большинство психологов пользуются иными терминами в своих определениях, но смысл последних остается неизменным.

Основы современного исследования психологии взрослых заложил Э. Эриксон. Центральным психологическим моментом в ранней зрелости (25 – 35) лет является установление интимности, близких личных связей с другим человеком.

Если человек потерпел неудачу в интимном общении, то у него может развиться чувство изоляции, ощущение, что ни на кого в мире он не может положиться, кроме себя.

Эриксон использует термин «интимность» как многоплановый по значению и ширине охвата. Прежде всего, он имеет в виду интимность как сокровенное чувство, которое мы испытываем к супругам, друзьям, братьям и сестрам, или другим родственникам. Однако он говорит и о собственно интимности, то есть

способности «слить воедино вашу идентичность с идентичностью другого человека без опасения, что вы теряете нечто в себе».

Развитие взрослого человека можно описать в контексте трёх самостоятельных систем, которые соотносятся с различными аспектами его Я. Они включают развитие личного Я, Я как члена семьи (взрослый, ребёнок, супруг(а) или родитель) и Я как работника.

Эти системы претерпевают изменения как под влиянием различных событий и обстоятельств, так и во взаимодействии с более широким социальным окружением и культурой.

Развитие – это динамичный, двунаправленный процесс, включающий в качестве взаимодействующих элементов непосредственное окружение индивидуума, социальную среду, а также ценности, законы и традиции той культуры, в которой индивидуум живёт.

Все эти взаимодействия – и личные перемены, которые из них проистекают, продолжаются в течение всей жизни.

1. Эриксон полагал, что развитие близости – это важнейшее достижение ранней взрослости.

2. Неспособность устанавливать спокойные и доверительные личные отношения ведёт к чувству одиночества, социального вакуума и изоляции.

3. Для того, чтобы находиться в истинно интимных отношениях с другим человеком, необходимо, чтобы к этому времени у индивидуума было определённое сознание того, что он собой представляет.

4. Близость – неотъемлемая часть устойчивой, приносящей удовлетворение эмоциональной связи, является основой любви.

## **Любовь**

Половое влечение человека как биологического существа определяется инстинктом продолжения рода и природным механизмом полового отбора.

Современные исследования показывают, что природа заложила в человеке влечение к вполне определённому типу особей противоположного пола. И эта предопределённость действует на генном уровне. Иными словами, человек выбирает генетически подходящего партнёра, или научно – генетически комплементарного.

Современные исследования позволяют выдвинуть гипотезу, что первой стадии любви способствует появление в организме особых молекул, которые получили название РЕА. Воздействие этого вещества изменяет настроение и мироощущение человека, способствует идеализации объекта любовного отношения. В условиях действия РЕА достаточно запаха любимого человека, звука его голоса, прикосновения, чтобы человек почувствовал сильнейшее возбуждение, испытал удовольствие. Одновременно общение с любимым человеком способствует выработке этого вещества в организме. Поэтому, когда любящие долгое время не имеют возможности видеть друг друга, говорить друг с другом, сокращается количество РЕА в организме, а это приводит к негативным переживаниям, возникновению чувства глубокой утраты. Вот почему любящие, как наркоманы, жаждут условий, способствующих выработке РЕА, а это одновременно есть условия любовных отношений. Природа и здесь заложила универсальный механизм-то, на что реагирует клетка, входит в ее метаболизм.

Однако, как отмечают исследователи, организм адаптируется к действию РЕА. И для того чтобы сохранить любовные чувства, с каждым разом требуются все более сильные дозы РЕА. Этого можно добиться, совершенствуя технику отношений. Но, в конечном счёте, наступает предел. Через два–четыре года действие РЕА прекращается. Это критический период любовных отношений. Романтическая любовь живёт недолго, но этого периода хватает, чтобы люди в любви родили ребенка. Действия РЕА достаточно, чтобы ребёнок пережил самый сложный и трудный период своего развития. Интересно отметить, что по данным статистики трёх–четырёхлетний период совместной жизни завершается первой волной разводов.

На смену РЕА приходят другие гормоны – серотонин и эндорфин. Их действие гораздо мягче, чем РЕА, но столь же благоприятно для любовных отношений. Эндорфин смягчает восприятие отрицательных ситуаций, способствует формированию устойчивых положительных эмоциональных состояний, уменьшает боль, благотворно действует на иммунную систему, способствует сексуальным отношениям. К сожалению, как и РЕА, эндорфин распадается в достаточно короткое время. И для нового положительного возбуждения мозг требует новых доз эндорфина, которые вырабатываются в процессе духовных и физических отношений между любящими. Потребность в серотонине и эндорфине является естественным стимулом к возобновляющимся любовным отношениям.

Таким образом, природа заложила предрасположенность во влечении мужчины к женщине, которое часто проявляется в непреодолимой страсти. Можно с определённой мерой уверенности утверждать, что любовники созданы друг для друга природой.

В развитии любви одного человека к другому наблюдается определённая периодизация. Этот процесс стал предметом анализа поэтов и писателей. Любопытное описание любви и её развития, даёт Стендаль. Он выделяет четыре рода любви: любовь-страсть, любовь-влечение, физическую любовь, любовь-тщеславие и представляет генезис любви следующим образом: восхищение; наслаждение; надежда; зарождение; первая кристаллизация; сомнение; вторая кристаллизация.

Первый этап – восхищение лицом противоположного пола трудно точно описать. «Любовь подобна лихорадке, она родится и чахнет без малейшего участия воли». Можно только отметить, что состояние восхищения зависит от общего состояния, в котором пребывает человек, от его предшествующего опыта и от поведения объекта восхищения. Любовь зарождается, когда человек начинает представлять себе возможные наслаждения, которые мог бы он получить от объекта восхищения. Уже на этом этапе намечается идеализация объекта восхищения и, возможно, формирование надежды на то, что объект восхищения ответит взаимностью. Соединение восхищения с представлением о возможном наслаждении и возможном ответном чувстве зарождает любовь.

Представление о возможном наслаждении переходит в наслаждение, когда человек видит, осязает, ощущает всеми органами чувств и как можно на более близком расстоянии существо, которое он любит и которое любит его. В этом

состоянии начинается активная идеализация объекта любви (первичная кристаллизация). Объект любви наделяется различными добродетелями.

Если на данном этапе наступает близость, процесс идеализации партнёра может прекратиться или приостановиться на время, но появляются новые радости любви и новые качества у любимого. Если же объект восхищения не отвечает взаимностью, то наступает период сомнения. Человек может сделать попытку отказаться от объекта восхищения, но при этом может обнаружить, что другие радости жизни исчезли. Наступает период второй идеализации, сочетающейся со стремлением убедить себя, доказать, что объект восхищения отвечает взаимностью. Каждая женщина отличается не только внешней красотой, красотой тела, но и чертами характера. В этом ответ на вопрос: «Почему мужчина выбирает не самую красивую?» Он выбирает по характеру, созвучному своему, он ищет в женщине её душу.

Постигая в любви красоту не только тела, но и души, человек становится духовным. В любви каждый отдаёт себя другому и через это раскрывается во всём своём могуществе, во всей своей духовной силе. В любви человек выражает своё нравственное содержание. Нравственный закон требует, чтобы себя забывали в другом. Любовь сама отдаёт себя другому. Любовь – это самая интимная точка соединения природы и разум.

В жертвенности любви источник зарождения нежности, чувств и отношений. Любовь – это природа и разум в их первоначальном объединении, т.е. природное влечение и разум, влечение и нравственность. Можно сказать, что только там, где есть расположение к нравственности, природное влечение проявляется в форме любви.

Любовь преобразует не только образ любимой, но и самого любящего. Здесь мы снова вспомним Платона, который писал, что все, кого коснётся Эрот, становятся храбрее, справедливее, искуснее.

1. Любовь развивается на основе биологических предпосылок, поднимаясь до духовных вершин, когда она одухотворяет поведение человека, изменяет его, усиливает его способности, способствует творческим достижениям.

2. Развитие любви зависит от состояния и опыта.

3. Развитие любви сопровождается активной работой ума и воображения.

4. Любовь способствует возникновению добродетели, одухотворяет человека.

5. Любовь – «это выражение близости между двумя людьми при условии сохранения целостности обоих».

### **Семейный цикл**

Семьи имеют предсказуемый жизненный цикл, характеризуемый рядом важных событий, или ступеней. Первым событием в этом цикле становится становление родительской семьи. Отделение от семьи родителей может происходить в момент вступления в брак или ранее, если человек сделал выбор в пользу независимости – решил жить один или с какой-то группой людей. Второе важное событие – это, как правило, вступление в брак, со всеми сопровождающими его адаптационными нюансами: налаживания отношений с новым человеком и новыми родственниками.

Наиболее типичным третьим событием становится рождение первого ребёнка и начало периода родительства. Это событие иногда называют образованием собственной семьи, или переходом к родительству. Существуют и другие важные события в жизненном цикле семьи: поступление в школу первого ребёнка, рождение последнего ребёнка, уход последнего ребёнка из семьи и смерть одного из супругов. В расширенной семье, включающей в себя также и ближайших родственников, несколько таких циклов могут взаимодействовать, обеспечивая повторение события и тем самым, уменьшая адаптационные трудности каждого из членов семьи.

За последние 50–100 лет семейные циклы изменились как во временной структуре составляющей их событий, так и по своему характеру. Люди не только стали жить дольше, чем когда-либо раньше, но изменился возраст, в котором они достигали различных степеней семейного цикла, и среднее время между наступлением различных событий в семейной жизни. Так, увеличивается период времени между уходом из дома последнего ребенка и выходом на пенсию родителей или их смертью, причём продолжительность этого постродительского периода неуклонно продолжается.

### **Родительство**

Переход к родительству является одним из основных периодов в семейном цикле. Родительство требует новых ролей и обязанностей со стороны матери и отца. Кроме того, родительство возлагает на них ответственность и наделяет новым социальным статусом. С рождением ребёнка резко возрастают эмоциональные нагрузки супругов, связанные с нарушением сна и привычного уклада жизни, финансовыми расходами, повышенной напряжённостью и конфликтами по поводу распределения обязанностей и соблюдением определённого порядка. Мать утомлена, отец чувствует себя отвергнутым и оба испытывают ограничение своей свободы. Появление нового члена семьи ослабляет связь и общение между мужем и женой; младенец оказывается в центре заботы одного или обоих родителей.

Ряд исследований показал, что в период беременности оба родителя вносят в свою жизнь определённые коррективы. Им необходимо решить вопросы, касающиеся родов, подготовить дом к появлению в нем младенца, определить, будут ли продолжать работать оба родителя и т.д. Кроме того, будущие родители часто бывают озабочены тем, сумеют ли они справиться с новой для себя ролью и каким будет их ребёнок. В течение этого периода супруги обычно оказывают друг другу эмоциональную поддержку.

Хотя некоторые заботы у родителей оказываются общими, отцы и матери могут демонстрировать различные реакции на появление ребёнка.

Женщины, как правило, изменяют свой образ жизни. Во время первой беременности, женщина испытывает противоречивые состояния, связанные с подготовкой к будущему материнству, которое становится частью её новой жизни, и долгие годы будет занимать в ней центральное место. Отныне все дела приходится соотносить с ожидаемым рождением ребёнка, которого она еще даже не знает. С беременностью отныне связаны многие противоречивые чувства. Однако для женщин труднее всего, быть может, осознать, что, с одной стороны,

она хочет стать матерью и иметь ребенка, а с другой – боится его, т.е. что её чувства амбивалентны.

Причина, по которой женщины стремятся родить ребенка и стать матерью, разнообразны. Для некоторых рождение ребёнка составляет смысл жизни или же средство скрасить одиночество. Многие женщины считают, что только с рождением ребёнка брачный союз становится семьей, и они хотят иметь эту семью, общаться с другими такими же семьями, принадлежать к их числу. Другие женщины хотят пережить чувства, связанные с беременностью, родами, хотят кормить грудью, ухаживать за ребёнком, следить за его ростом и развитием. Некоторые надеются через рождение ребенка улучшить супружеские отношения. Наконец, женщина может стремиться к материнству, чтобы приобрести статус взрослой личности, настоящей женщины и тем самым повысить свою значимость, завоевать большее уважение.

В то же время существует множество причин, которые заставляют женщину избегать рождения ребёнка. К их числу относится, прежде всего, противоречие между материнством и работой. Для современной женщины, часто имеющей хорошее образование и интересную профессию, трудно смириться с мыслью, что она не может полностью отдавать себя работе, что ей придется хотя бы на время расстаться с коллегами и в значительной мере отказаться от личной свободы и независимости. Второе противоречие состоит в трудности быть одновременно матерью и женой. После рождения ребенка у супругов остается гораздо меньше времени, которое они могут посвятить друг другу, а появление третьего в отношениях между двумя часто вызывает ревность. Отец может ревновать ребёнка к матери, но и матери также трудно смириться с близостью между отцом и ребёнком. Женщине не всегда легко принять и ту ответственность перед родственниками и обществом, которая возлагается на неё с рождением ребёнка. Беспокоят и грядущие экономические заботы или даже просто необходимость тратить на детские принадлежности средства, которые могли бы быть использованы для личных нужд.

Отношения женщины со своими родными и близкими также существенно влияет на то, как она переносит беременность. Например, если не сложились отношения с мужем, ей может не доставать чувства безопасности, а при плохих отношениях с матерью, она может чувствовать себя неуверенно как женщина, как мать. Если женщина очень молода и у неё ещё слабо развито самосознание, ей трудно принять роль матери.

Эриксон подчёркивал, что идентичность личности формируется не ранее чем в 20-летнем возрасте и лишь после этого женщина готова к браку и рождению детей.

К своим амбивалентным чувствам женщина может относиться по-разному. Она может полностью игнорировать положительные чувства и подчёркивать лишь отрицательные или же игнорировать отрицательные и подчёркивать только положительные. Если же женщине хватает психических ресурсов и она пользуется пониманием и поддержкой близких, то она может одобрять свои амбивалентные чувства, изучать их и, наконец, управлять ими. В этом случае у нее формируется исходная позиция для решения всех противоречий новой роли.

Чтобы преодолеть противоречие между работой и материнством, женщина должна правильно оценить для себя значение своей работы и найти равновесие между ней и материнством. Она может частично отказаться от личного времени и честолюбивых стремлений и в то же время сохранять профессиональный интерес, пойдя на некоторый компромисс. Противоречия между супружеством и родительскими обязанностями разрешаются гораздо легче, если отношения супругов позволяют им совместно обсуждать текущие и надвигающиеся затруднения. Лишь посредством совместной работы можно избежать, в частности, осложнений и трудностей в распределении труда после рождения.

Во время первой беременности часто изменяется отношение к своей матери. Будущая мать начинает лучше её понимать и одобрять её поступки и действия. Она начинает чувствовать себя наравне со своей матерью, становится более независимой, легче принимает от неё помощь, давая со своей стороны ей возможность испытывать чувство быть бабушкой.

Когда женщина, сталкиваясь с переживанием амбивалентных чувств, принимает их, она лучше узнает саму себя, вырабатывает способность принимать себя такой, какая она есть. Тогда женщина может стать матерью, исходя из своих возможностей, не пытаясь никому подражать и не испытывая при этом неуверенности.

Мужчины же чаще всего начинают больше работать, чтобы лучше обеспечить семью. Появление ребенка становится причиной новых стрессов и трудностей. Изменение ролей происходит внезапно. Оба родителя испытывают новые для себя чувства гордости, волнения, к которым примешивается чувство возросшей ответственности, иногда непомерной – и потому тяготеющей. Некоторые мужчины завидуют способности супруги производить на свет потомство и тем тесным эмоциональным связям, которые возникают между матерью и малышом. Супругам приходится сокращать время, которое они уделяли друг другу и своим увлечениям. У многих после рождения ребенка возникают проблемы коммуникативного и сексуального характера, они начинают чаще конфликтовать.

Переход к родительству характеризуется:

1. Изменением идентичности и внутренней жизни. К этому относятся изменения чувства Я родителей и их предположений о семейной жизни.

2. Перераспределением ролей и переменами в супружеских отношениях. Когда оба супруга измучены недосыпанием и невозможностью быть вместе в их жизни происходят перемены, связанные с неизбежным разделением труда.

3. Переменами в ролях и отношениях старшего поколения. Переход к родительству затрагивает как родителей, так и бабушек и дедушек.

4. Изменениями ролей и отношений вне семьи. Внешние изменения касаются, главным образом матери, так как ей приходится оставить работу, хотя бы на время, чтобы посвятить себя заботам о ребёнке.

5. Новыми родительскими ролями и отношениями. Супруги должны принять на себя новые обязанности, связанные с рождением ребенка.

6. Родительство, с его сложными задачами и требованиями, можно рассматривать в качестве высшей фазы как в индивидуальном развитии матери и отца, так и в развитии пары как системы.

## **Кризис середины жизни**

Некоторые исследователи полагают, что средний возраст воспринимается взрослыми людьми как «тот период, когда рушатся надежды, а многие возможности кажутся упущенными навсегда».

Первая стадия среднего возраста начинается около тридцати лет и переходит в начало следующего десятилетия. Эту стадию называют «десятилетием роковой»

Понятие «зрелый возраст» применяется для характеристики жизни людей в возрасте от 21 года до 59-60 лет у мужчин и от 20 до 54-55 лет у женщин. В свою очередь, он подразделяется на два периода: 1-й период - от 21 года до 35 лет у мужчин и от 20 до 35 лет у женщин. Этот период коротко можно охарактеризовать как период относительного постоянства и устойчивости функций организма на максимально высоком уровне его развития. Второй период - от 36 до 59-60 лет у мужчин и от 36 до 54-55 лет у женщин. У людей в этом возрасте отмечаются явления нейроэндокринной перестройки, постепенное, но прогрессирующее снижение основных физиологических показателей, появление первых клинических признаков заболеваний, свойственных более старшему возрасту, что в значительной степени обусловлено снижением адаптивных изменений, происходящих в организме (мелкие травмы, остаточные явления после перенесенных заболеваний, интоксикации разного происхождения, малые и большие стрессы и т.д.).

Основанием для объединения этих двух достаточно различных возрастных групп в одну («зрелый возраст») послужило то обстоятельство, что именно в этом возрастном диапазоне человек занимается общественно полезным трудом и на него рассчитаны различные виды законодательства - трудового, уголовного и т.д. Кроме того, в усредненном виде можно говорить о том, что именно в этот период наблюдается максимум соответствия между календарным (паспортным) и биологическим возрастом.

Несмотря на то что в «зрелом возрасте» выделены два возрастных периода, между ними практически нет строго очерченной границы, или она зыбка и строго индивидуальна. Однако не без основания часто выделяют особый, рубежный возраст. У мужчин - это условно 40 лет, у женщин на несколько лет меньше, почти совпадающий с границей между первым и вторым периодами зрелого возраста. Этот рубеж - 40 лет - отличается рядом особенностей. С одной стороны, в возрасте 40 лет человек (в данном случае мужчина) достигает максимума (потолка) своих потенциальных возможностей. Интенсивность и производительность его труда, особенно умственного, очень высока. Накоплен большой жизненный и трудовой опыт. У большинства людей их знания, опыт приносят максимальную отдачу или только начинают ее приносить. Человек в свои 40 лет становится максимально полезным членом общества, его ценят и на работе и дома. Однако именно в этом возрасте закладывается и начинает разыгрываться своеобразная трагедия - определяется несоответствие между физическим состоянием тела и умственным потенциалом «хозяина» этого тела, наблюдается разрыв между желаниями и возможностями их воплощения. В условиях, когда мозг работает с высокой интенсивностью и отдачей, а главное - еще способен работать в таком режиме достаточно долго, в организме

начинаются деструктивные процессы и неблагоприятные перемены - он начинает стареть. И хотя до старости еще далеко, процесс накопления нежелательных отрицательных изменений необратим и неумолимо нарастает.

В норме зрелый возраст характерен наличием прямой зависимости между физическим развитием человека и его календарным возрастом. Показателями физического развития организма человека можно считать массу и форму тела, состояние нервной, эндокринной, кровеносной и мышечной систем. Оценивается также состояние опорно-двигательного аппарата, форма позвоночника, осанка и другие морфологические и функциональные признаки.

Вариантом расчета собственной массы является формула (индекс) Брока. По этой формуле, нормальная масса взрослого человека должна быть равна длине тела (в сантиметрах) за вычетом условной единицы, составляющей 100, т.е. при росте 175 см масса тела равна разнице между 175 и 100, составляя, таким образом, величину 75 кг. Однако эта формула применима лишь к людям, рост которых не превышает 180 см. Для таких случаев, а также для более комплексного учета всех особенностей телосложения человека применяют различного рода номограммы. Они имеются во многих руководствах и справочниках. В любом случае масса тела является одной из основных характеристик человека зрелого возраста. Если в детском, подростковом и юношеском периоде можно было надеяться, что масса тела с возрастом придет в норму, то для зрелого возраста, особенно второго периода, т.е. от 35 лет и старше, таких надежд больше нет. Чем старше становится человек, тем чаще он должен соразмерять свой аппетит с реальной потребностью организма в пище. С возрастом снижается интенсивность обмена, понемногу атрофируются ткани, особенно мышечная (с 43 % от массы тела у 30-летнего мужчины до 25 % - в 70-летнем возрасте), в результате снижается потребность в питании. Между тем у большинства людей аппетит не уменьшается, все больше и больше возрастают запасы жира и, как следствие, растет масса тела. А это уже опасно - развиваются атеросклероз, ожирение, ослабление деятельности сердечной мышцы, очень реально возникновение гипертонии с ее возможным проявлением в форме инфаркта миокарда или инсульта. Это - последствия переедания. Имеется даже выражение: «Человек роет себе могилу зубами».

Имеется еще одна причина возрастания массы тела у людей зрелого возраста. Она заключается в том, что с возрастом человек начинает меньше двигаться. Гиподинамия стала настоящим бичом для человечества, так как постоянная мышечная работа, двигательная активность не только поддерживают работоспособность человека, но и положительно влияют на все органы и системы организма, повышают их устойчивость к воздействующим факторам, особенно стрессового характера. В этих условиях гиподинамия, нарушая исторически, эволюционно выработанный режим жизнедеятельности организма человека, является фактором, способствующим появлению и развитию многих современных болезней - ишемической болезни сердца, гипертонии, инфаркта миокарда, инсульта, болезней крови, мышечной и костной систем. Поскольку постоянная мышечная активность является мощным стимулятором для иммунной системы организма, то в условиях ограниченной мышечной активности происходит ослабление защитных функций иммунной системы, и организм человека становится слабозащищенным перед действием окружающих его

враждебных факторов - различного рода инфекций микробной или вирусной природы, перегревания и переохлаждения и т.д.

Возрастные изменения после 40 лет жизни постепенно охватывают весь организм человека, все его органы и системы. Выше мы частично охарактеризовали часть изменений в мышечной системе. Помимо общего уменьшения собственно мышечной массы наблюдается снижение эластичности мышц и связочного аппарата, уменьшаются сила мышц и соответственно физическая сила человека, возрастает скорость развития физического утомления и общее время, необходимое для восстановления затраченных усилий.

В костной ткани меняется соотношение органических и минеральных составляющих. Если в юношеском возрасте минеральные вещества составляют не более 50%, то в среднем возрасте их концентрация достигает 65%, а у стариков - 80%. Следствием этого становится возрастание хрупкости костей, большая вероятность их излома при одновременно снижающейся способности к срастанию вследствие частичной потери способности к регенерации костной ткани. Аналогичная тенденция проявляется и в отношении суставов. С одной стороны, из-за уменьшения эластичности и гибкости связок и суставных сумок, а с другой - из-за постепенного «истирания» суставных поверхностей происходят заметное затруднение и ограничение движений. В наибольшей степени подобным изменениям подвержены коленные, тазобедренные суставы и суставы позвоночника, которые испытывают на протяжении жизни человека постоянные и наибольшие нагрузки. Эти изменения могут обуславливать или усиливать специфические заболевания опорно-двигательного аппарата: артриты, полиартриты, остеохондрозы и другие болезни, хорошо знакомые людям зрелого и пожилого возраста. Изменяется и осанка человека. В возрасте после 40 лет имеются уже заметные отличия во всем облике, особенно если сравнивать фигуру молодого человека с фигурой зрелого или пожилого. В последнем можно видеть большую грузность, движения более замедленны и экономичны, а в более старшем возрасте - уже просто осторожны. Отмечается разная степень сгорбленности.

Естественные возрастные нарушения отмечаются и в деятельности сердечно-сосудистой системы. Ряд показателей, характеризующих уровень активности сердца, кровеносных сосудов, а также систем их регуляции в центральной нервной системе претерпевает определенные изменения. Если в возрасте 25-40 лет большинство этих показателей у здоровых людей находится в норме, то после 40 лет и в сердечной мышце, и в мышечной оболочке кровеносных сосудов происходит увеличение относительной доли соединительной ткани. Это приводит к сужению просвета сосудов, а мышечная ткань сердца ослабевает. В результате количество крови, протекающей по сосудам, уменьшается. Поскольку аналогичные изменения касаются и артериальных сосудов, питающих сердечную мышцу, то сердечная мышца «чувствует» последствия таких изменений еще сильнее.

Обобщающим показателем, характеризующим работу сердечнососудистой системы, является давление крови. На практике уровень артериального давления измеряют в фазе сердечного сокращения (систола) и в фазе сердечного расслабления (диастола). В первом случае регистрируют так называемое

систолическое давление, а во втором - диастолическое. Возрастная тенденция изменения этих показателей проявляется в повышении величины как систолического, так и диастолического давления

Величина артериального давления меняется в зависимости от эмоционального состояния, физической нагрузки, времени суток и др.

Второй период зрелого возраста требует как минимум постоянного слежения за самочувствием, регулярного измерения уровня давления крови, самоограничения в «удовольствиях» и своевременного консультирования у врача при всех случаях повышения давления, при наличии головных болей, особенно в затылочной части головы.

В обществе на людей зрелого возраста лежала и лежит основная производственная нагрузка. Этим и объясняется многообразие форм патологии, присущей человеку зрелого возраста. Основную долю такой патологии составляют травматизм (производственный и бытовой), болезни сердечно-сосудистой системы, опухолевые заболевания.

Одна из особенностей зрелого возраста состоит в том, что человек по мере увеличения возраста утрачивает критическое отношение к собственным возможностям: ему кажется, что он еще молод, силен и ловок, что он успеет отреагировать, отвернуться, увернуться. Однако на деле оказывается, что хотя человек еще не стар, но скорость его реакции, сила и ловкость уже далеко не те. Подобные ситуации также чреваты риском травматизма.

Серьезной проблемой, особенно затрагивающей лиц зрелого, творчески активного возраста, стал рост числа сердечно-сосудистых заболеваний (ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь, сосудистые поражения центральной нервной системы и др.). Факторы, реально увеличивающие риск их возникновения, постоянно сопровождают жизнь современного делового человека: нервное напряжение, недостаточная физическая нагрузка, нерациональное и избыточное питание, злоупотребление алкоголем и курением. Таким образом, эти факторы социальны по своей природе и требуют систематических профилактических мероприятий государственного, общественного и медицинского характера (организация рационального режима труда и отдыха, питания, развитие массовых форм физкультуры, создание оптимального психологического климата, активное выявление заболевших, своевременное лечение и др.).

Для людей зрелого и пожилого возраста остро стоит проблема злокачественных новообразований. Смертность от них в большинстве экономически развитых стран увеличилась за последние 50-60 лет в 2-3 раза и достигает 2 млн. человек в год. Вместе с тем, хотя природа опухолевого роста полностью еще не раскрыта, уже имеются достаточно оптимистичные надежды на резкое снижение заболеваемости и смертности от рака в первой половине двадцать первого столетия.

Отдельную проблему составляют алкоголизм и тесно связанные с ним наркомания и токсикомания. Если еще 2-3 десятилетия назад она затрагивала в основном лиц зрелого возраста, то теперь сильно «помолодела» и приобрела масштабы общечеловеческой беды. Но эта проблема требует своего самостоятельного рассмотрения.

Последние годы зрелого возрастного периода для многих лиц чреваты дополнительными психическими нагрузками, обусловленными семейными и личными причинами. В эти годы появляются внуки, возраст начинает проявляться со своей негативной стороны, человек начинает решать для себя задачу ухода на пенсию и готовится к ней. Человек вступает в новый для себя период жизни.

### **Возрастная периодизация людей пожилого возраста.**

Этот возраст охватывает периоды жизни женщины от 55 до 75 лет, а мужчины - от 60 до 75 лет. В целом он характеризуется нарастанием признаков старения и ускорением самого процесса старения. Если по внешним признакам пожилой человек первых 5-6 лет и человек зрелого возраста (последних 5-6 лет) в большинстве случаев отличаются еще незначительно, а сама граница возрастов практически неразличима, то к окончанию периода пожилого возраста трудно спутать людей этих возрастов.

Старение - это естественное проявление множества разноплановых, протекающих с различными знаками процессов жизнедеятельности организма. Люди пожилого возраста несут на себе видимый отпечаток прожитых лет. Прежде всего, это касается внешнего облика - характерные изменения волос, кожных покровов, общих очертаний фигуры, походки и т.д. Старческое поседение начинается обычно с головы, иногда с бороды, несколько позже появляется в волосах подмышечных впадин, бровей. Поседение волос на груди не наблюдается до 40 лет. Известны, правда, случаи преждевременного поседения, которые могут носить наследственно обусловленный семейный характер.

Характерны изменения кожных покровов. К 50 годам цвет кожи лица приобретает землисто-бледный оттенок, усиливающийся по мере увеличения возраста. Кожа теряет эластичность, появляются пигментные пятна разной степени выраженности, признаки ороговения. В 50-60 лет обнаруживаются морщины на мочках ушей, переносице, подбородке и верхней губе. Позже морщины начинают покрывать кожу щек, лба, шеи, становясь с каждым годом глубже и заметнее. Следует иметь в виду, что морщины могут появляться на коже лица и шеи раньше, особенно у лиц, много времени проводящих на свежем воздухе, под палящим солнцем и ветром.

У пожилого человека, за редкими исключениями, заметно изменяются фигура, осанка и походка, что связано с возрастными изменениями в суставах, мышцах и скелете. Постепенно уменьшаются масса и сила мышц, эластичность и подвижность связочного аппарата, возрастает степень минерализации костей, что увеличивает их хрупкость и вероятность излома при падении или сильном ушибе. Тело приобретает грузность, спина - округлость и сутулость. За счет уплощения межпозвоночных дисков рост уменьшается. Походка становится тяжелой, замедленной, но еще не «шаркающей», что чаще свойственно старческому возрасту. Эти признаки усиливаются в тех случаях, когда человек тучен.

Продолжают нарастать изменения в деятельности большинства внутренних органов и систем. Уменьшение массы сердца, эластичности кровеносных сосудов сопровождается снижением частоты сердечных сокращений и уменьшением объема крови, проходящей по сердечно-сосудистой системе в единицу времени. К слову сказать, эти изменения происходят на фоне старения других органов и

тканей и поэтому «удобны» для сердца, которому не приходится уже резко форсировать свою работу и работать на пределе своих возможностей.

Значительные возрастные изменения происходят в дыхательной системе. За счет снижения эластических свойств легочной ткани уменьшается жизненная емкость легких и увеличивается количество воздуха, постоянно остающегося в легких. Кроме того, за счет прогрессирующего окостенения реберных хрящей и атрофических изменений в сухожилиях и дыхательных мышцах происходит уменьшение подвижности грудной клетки. В результате этих изменений дыхание становится поверхностным, учащенным. Легкие уже недостаточно справляются со своей задачей, особенно при физических нагрузках - человек задыхается, у него появляется одышка, он начинает кашлять. Излишняя масса тела, курение, заболевания дыхательной системы лишь усугубляют указанные проявления.

Пожилой возраст сказывается на пищеварительной и выделительной системах.

Для мочеполовой системы характерны ряд проявлений, в частности у мужчин в силу особенностей их анатомического строения. После 50, а чаще после 60 лет, у 1/3 всех мужчин начинается процесс гипертрофии предстательной железы, которая, пережимая и сдавливая мочеточник, вызывает затруднение мочеиспускания. Иногда гипертрофические изменения перерастают в раковый процесс, поражающий предстательную железу. Во всех случаях затруднения мочеиспускания пожилым людям настоятельно рекомендуется получить консультацию уролога.

Происходят атрофические изменения нервных структур, ухудшается их кровоснабжение, нарушаются отдельные связи с целым рядом других систем организма (в первую очередь с эндокринной). С другой стороны, у большинства пожилых людей явно отмечаются нарушения процессов возбуждения и торможения, их соотношений. Могут наблюдаться также нарушения памяти. Но нервная система, головной мозг обладают колоссальными резервными возможностями для своевременной и достаточно эффективной компенсации нарушений, вызываемых как возрастными изменениями, так и привнесенными извне (травмы и др.). Поэтому говорить о «старческих» изменениях в нервной системе было бы преждевременно. Следует лишь учитывать возможные и реально действующие факторы, влияющие на работу нервной системы. К ним относятся травмы мозга, нарушения его кровоснабжения, инфекционные заболевания, тем или иным образом затрагивающие деятельность головного мозга (не только нейроинфекции), интоксикации, теперь уже можно говорить о радиационном воздействии на нервную систему, опухоли мозга различного происхождения и локализации и т.д. К разрушительным для деятельности головного мозга факторам следует отнести и «леность ума», поскольку активная умственная деятельность способствует развитию многочисленных новых связей между нервными клетками и активизирует их биохимическую активность. В совокупности эти процессы обуславливают мобилизацию того резерва мощности мозга, который обеспечивает его работу в неблагоприятных условиях (в данном случае возрастные изменения).

Теперь рассмотрим пожилого человека с точки зрения психических изменений, происходящих с возрастом, а также тех социальных условий, в

которых он живет и существует. Вспомним, какой возрастной промежуток занимает пожилой возраст. В это время большинство людей либо собираются на пенсию, либо уже давно получают ее. Резкий отрыв от любимой и привычной работы, трудового коллектива, с которым был тесно и давно связан, нарушение многолетнего жизненного стереотипа является мощным стрессовым фактором для нервной системы и психики, действие которого не может пройти бесследно. Человек, вышедший на «заслуженный отдых», на пенсию, как бы повисает в воздухе: он уже не нужен производству, ему не надо утром торопиться на работу; дети его выросли и заняты собственными проблемами, у большинства из них свои собственные семьи, дети. Резко снижается материальный достаток. А впереди - старость с ее болезнями, немощью и необходимостью в помощи. Все это порождает пессимизм, депрессию. Хорошо, если человек способен продолжать творческую деятельность и находить в ней успокоение и компенсацию прежнего образа жизни. Особенно нуждается он в садовом участке, даче, где мог бы тратить свои силы.

Пожилой, или пенсионный, возраст с точки зрения психических переживаний можно считать решающим. Если человек сумеет найти уладу в своих внуках, собственных занятиях огородом, дачей, рыбалкой, обустройством дома, если он использует, наконец, постоянно упускаемые ранее возможности в своем творческом развитии, походах в музеи, на выставки, в театры и др., то достаточно легко и безболезненно перейдет на новый режим своей жизни. В противном случае этот переход становится крайне мучительным и для самого человека, и для его окружающих и близких.

Пожилой возраст требует разумного пересмотра своих возможностей с точки зрения и физических нагрузок, и организации своего отдыха, и привычек, и характера питания. То, что было возможно в 50 или 60 лет, становится неприемлемым в 70 лет. Интенсивность и длительность физических нагрузок необходимо снизить, отдых должен быть достаточно продолжительным и комфортным, пища - легкоусвояемой и небольшой по объему.

Общество не должно забывать людей старших поколений, уходящих или уже ушедших на пенсию. Тем более что личная активность, участие в профессиональной и общественной жизни стали необходимыми для большинства людей, переступивших пенсионный рубеж.

**Старческий возраст** - условно выделяемый промежуток жизни человека от 75 до 90 лет. Вообще, возрастная периодизация второй половины жизни человека (т.е. примерно после 35 лет) достаточно сложна. Так, в конце XIX века и начале XX к старикам относили людей, едва переваливших 45-50-летний возраст. Позже, в связи с увеличением продолжительности жизни человека, представления о времени наступления пожилого и старческого возраста стали смещаться: можно говорить, что старость «отступает», а продолжительность молодых возрастов увеличивается.

Рассматривая морфологические и функциональные изменения, свойственные старческому возрасту, следует подчеркнуть, что принципиально отличных изменений по отношению к тем, которые характерны для пожилого возраста, в старческом возрасте нет. Имеет место лишь их углубление и более отчетливое проявление. В частности, кожа, особенно рук, лица и шеи, становится

истонченной, морщинистой, на ней появляются старческие пигментные пятна. Волосы седеют, редеют, становятся ломкими. Атрофия мышц, резкое уменьшение толщины подкожной жировой клетчатки приводят к образованию множества кожных складок. Глаза теряют присущий им блеск, становятся тусклыми, в некоторых случаях возникают выворот век, птоз. Рост уменьшается, у многих стариков наблюдается чрезмерная сутулость. Походка становится неуверенной, медленной.

Процесс старения не обходит и внутренние органы. Эти органы в соответствии с закономерностями старческого увядания также постепенно снижают свою активность.

Совокупность старческих изменений, патологических сдвигов, вызываемых внешними факторами, определяют картину старческой патологии. Снижение способности организма приспособиться к действующим факторам также становится причиной развития обменных или функциональных нарушений, наиболее распространенными из которых являются атеросклероз, сопровождаемый нарушениями кровоснабжения сердца, последующей сердечной недостаточностью; стенокардия (грудная жаба); инфаркт миокарда; нарушения кровоснабжения мозга с расстройствами деятельности различных органов. Весьма часто наблюдается гипертоническая болезнь, которая обычно сочетается с проявлениями атеросклероза. В старческом возрасте нередки многочисленные заболевания опорно-двигательного аппарата (ревматизм, остеохондроз, радикулит и др.), болезни, обусловленные функциональными нарушениями в эндокринной сфере (сахарный диабет и др.). Нарушения на клеточном уровне, в генетическом аппарате клетки, приводят к развитию различных опухолей.

Наибольшие изменения проявляются в психической сфере старого человека: ухудшаются подвижность нервных процессов, память на недавние события, развивается эмоциональная неустойчивость. Эти процессы сопровождаются ослаблением интенсивности восприятия новых впечатлений, как бы «бегством в прошлое», во власть воспоминаний, а также «заикленностью» на мыслях о своем здоровье, «болячках» и недугах. Весьма заметны консерватизм в суждениях и поступках, склонность к поучениям; наблюдаются некоторые аффектации, выражающиеся в одних случаях несвойственной ранее черствостью, недоверчивостью, капризностью, неадекватной обидчивостью. Существует достаточно распространенное мнение, что в старости заостряются и более отчетливо проявляются характерологические черты личности. У многих людей этого возраста описанные изменения в психике не носят ярко выраженного характера и, по мнению выдающегося советского патолога И. В. Давыдовского, носят характер «недуга старости». Однако в ряде случаев они приобретают болезненный характер и могут служить первыми проявлениями старческого слабоумия.

Психика старого человека чрезвычайно подвержена влиянию внешних факторов, в основе чего лежит изменение социального статуса личности, роли и места в обществе (возможно, этим объясняется часто встречающееся у стариков стремление к самоубийству).

Таким образом, люди старческого возраста в силу специфических особенностей их психики, определенной беспомощности требуют к себе особого отношения, заботы со стороны близких, знакомых и просто окружающих.

Раньше эту роль играли религия, церковь, уклад жизни. В наше время с его стремительным темпом жизни, когда люди отвыкли смотреть по сторонам и практически перестал действовать принцип «помоги ближнему», пришла необходимость остановиться, посмотреть вокруг и вспомнить, что каждый из нас будет старым и также будет нуждаться в помощи.

Действие каких-либо факторов на жизнь и здоровье человека следует рассматривать в едином комплексе. Например, социальная среда, условия жизни определяют характер питания, потребление алкоголя, табака, наркотиков и др. Это, в свою очередь, влияет на состояние здоровья, сопротивляемость организма, его жизнестойкость. Снижение этих показателей неизбежно приводит к возникновению болезней, повышению уровня смертности, в конечном счете к снижению продолжительности жизни населения. Целенаправленное воздействие на эти связи позволит повысить биологические возможности человеческого организма, отдалить старость, облегчить сам процесс старения.

### **Физиологическая характеристика систем организма пожилых людей.**

Физиологические изменения органов и тканей при старении представляют собой не просто сумму возрастных перестроек отдельных клеток и межклеточного вещества. Они включают сложные способы приспособления и регулирования, направленные на сохранение жизнедеятельности организма и поддержание нового своеобразного уровня гомеостаза.

Инволюционные возрастные изменения нередко начинаются с нарушений деятельности центральной нервной системы. С возрастом постепенно снижается сила, подвижность и уравновешенность тормозного и возбуждательного процессов в центральной нервной системе. Развивается инертность нервных процессов. Ухудшается память и функции зрительного, слухового анализаторов.

Изменения органа зрения у пожилых людей связаны со снижением эластичности, помутнением, увеличением размера и изменением формы хрусталика. Отмечаются снижение остроты зрения, ухудшение адаптации к свету и темноте, повышение чувствительности к яркому свету, уменьшение способности различать цвета. Развиваются старческая дальнозоркость, катаракта и глаукома.

В результате возрастных изменений органа слуха развивается старческая тугоухость, уменьшается способность воспринимать звуки, особенно высокой частоты, речь, локализовать источник звуков и определять их направление. Нарушается чувство равновесия, возможны головокружения и падения.

Появляются неврозы, слабеет память, снижается способность к овладению новыми знаниями и двигательными навыками, периодически появляется депрессивное, угнетенное состояние, наблюдаются элементы двигательной дискоординации и быстрой утомляемости.

Очень существенны возрастные изменения в сердечно-сосудистой системе. Максимальное и минимальное артериальное давление с возрастом увеличивается. Пульсовое давление чаще всего падает. Ухудшается сократительная функция сердечной мышцы. Сосуды постепенно уплотняются, теряют свою эластичность,

просвет их уменьшается. Снижается общее количество функционирующих капилляров. Увеличивается общее время кругооборота крови.

Изучение вопроса о возрастных изменениях функции кровообращения при мышечной деятельности занимает центральное место у исследователей.

Существует прямая связь между скоростью включения функции сердечно-сосудистой системы и интенсивностью нагрузки. Установлено, что с возрастом и повышением интенсивности работы скорость включения функции кровообращения в деятельность заметно уменьшается.

В связи с изменениями в деятельности нервной и сердечно-сосудистой систем наблюдается более медленная вработываемость при мышечной деятельности, более длительным становится период восстановления после физической нагрузки. Тренированность сердечно-сосудистой системы формируется значительно дольше, чем у молодых людей.

Органы дыхания с возрастом длительно продолжают сохранять достаточные приспособительные возможности для удовлетворения повышенных требований при мышечной деятельности. Однако постепенно легочная ткань теряет свою эластичность, уменьшается легочная вентиляция. Эти изменения нередко сопровождаются развитием эмфиземы. Частота дыхательных движений возрастает. Дыхание становится более поверхностным.

Снижается жизненная емкость легких. Для сравнения: у молодых людей она составляет в возрасте 20-30 лет 3900 см<sup>3</sup>, в возрасте 70-80 лет - 2237 см<sup>3</sup>.

Грудная клетка деформируется вследствие кифосколиоза и увеличения переднезаднего размера, уменьшаются ее эластичность и подвижность.

Снижается экскурсия грудной клетки и тем самым уменьшается поглощение кровью кислорода из вдыхаемого воздуха. Недостаток кислорода в организме способствует более быстрому старению клеток.

У пожилых людей происходят существенные изменения в пищеварительной системе с превалированием дистрофических и атрофических процессов, что сопровождается снижением секреции слюнных желез, нарушениями функций жевательного аппарата, кислотообразующей функции желудка, снижением сократительной способности (тонуса) желудка и кишечника, увеличением частоты возникновения атрофического гастрита и колита, изменением состава микрофлоры кишечника.

Пищевод претерпевает минимальные изменения. Лишь несколько снижаются тонус и эластичность мышечных элементов, составляющих его ткани, и постепенно атрофируется выстилающий его эпителий. Соответственно несколько ухудшается продвижение пищи по пищеводу. Уменьшается сила сократительных движений желудка и кишечника.

В слизистой оболочке желудка с 30-40 лет начинают постепенно появляться признаки атрофических процессов, которые к 60 годам уже значительно выражены. Ухудшается моторика различных отделов желудочно-кишечного тракта.

С возрастом изменяются все процессы обмена. Снижается основной обмен: в возрасте 25-30 лет он равен 25 кал/кг, в возрасте 65-70 лет - 20 кал/кг. Уменьшается общее количество белков в организме, возрастает количество холестерина, активизируется его отложение в стенках сосудов, а также в

межреберных и межпозвонковых хрящах. Также ткани обедняются водой и в них откладываются соли.

С возрастом энергетические запросы изменяются. С 18 до 22 лет человеку в среднем требуется 2100 калорий в день, с 23 до 50 лет - около 2000 калорий в день, а начиная с 51 года - всего 1800 калорий в день. Ведь с возрастом люди утрачивают активность и у них замедляются обменные процессы. Следовательно, для поддержания постоянного веса калорий требуется меньше.

Для пожилых людей характерны изменения опорно-двигательного аппарата. При старении уменьшаются объем мышечной массы, сократительная способность мышц, они становятся атрофичными и дряблыми.

В костях снижается содержание минеральных веществ, уменьшается костная масса, кости становятся менее прочными - более ломкими. Возникает риск переломов костей. Уменьшается рост и изменяется осанка пациента за счет кифосколиоза позвоночника. Прогрессирует дегенерация суставного хряща, в сухожилиях и суставных сумках откладываются соли кальция (кальциноз).

Появляются изменения в суставах, в большей или меньшей степени нарушается подвижность в них, уменьшается амплитуда движений.

При активном двигательном режиме процессы старения костной ткани замедляются. Установлено, что у людей физического труда костно-суставной аппарат «стареет» на 10-15 лет позже, чем у занимающихся умственной деятельностью.

У женщин в возрасте 60-75 лет происходит снижение, угасание функции эндокринных желез, что сопровождается целым рядом вегетативных расстройств: головными болями, головокружением, шумом в ушах, болезненными ощущениями, связанными с напряжением мышц плечевого пояса, раздражительностью, нарушениями сна.

В этом возрасте резко снижается деятельность желез внутренней секреции. Эти изменения нередко приводят к нарушению обмена веществ, это выражается, в частности, в обильном жиротложении не только в подкожной клетчатке, но и во внутренних органах и мышечной ткани, отчего также нарушается их нормальная деятельность.

Старение нервно-мышечной системы начинается раньше, чем других систем. Возрастная атрофия проявляется в снижении, как объема, так и веса мышц. Мышечная сила, начиная с 30-40 лет, становится меньше. Например, сила кистей (сумма правой и левой) в 35 лет равна 85 кг, а в 65 лет - 56 кг, станова́я сила соответственно 154 и 93 кг.

Повышение двигательной активности должно способствовать замедлению процессов инволюции в организме, уменьшению степени их выраженности.

Психический мир пожилого человека характеризуется повышенной утомляемостью, суетливостью, раздражительностью, искаженным восприятием действительности, консерватизмом в понятиях, представлениях, отношениях, склонностью к формированию эмоциональных расстройств.

Таким образом, с возрастом происходят закономерные функциональные и органические изменения органов и систем даже при отсутствии какого-либо заболевания.

Преждевременное, по сравнению с естественным, старение характеризуется более ранним развитием, быстрым прогрессированием и большей выраженностью возрастных изменений, клинические проявления которых могут быть весьма разнообразны. Уменьшаются интеллектуальные, физические, экономические возможности пожилых и старых людей, их социальная активность, появляется потребность в посторонней помощи.

Итак, старение - неизбежный процесс, во многом обусловленный генетически запрограммированными, последовательно развивающимися и накапливающимися в течение жизненного пути человека нарушениями функций различных тканей и органов, приводящими к снижению активности его психической и физической деятельности.

### **Влияние физических упражнений на организм пожилых людей.**

Существует ошибочное мнение, что физические нагрузки являются сильным стрессом для пожилых людей и могут быть опасны. Однако давайте разберемся так ли это на самом деле.

#### **Возрастные изменения в организме человека**

Известно, что жизнедеятельность организма — это не что иное, как непрерывный процесс преобразования простых химических веществ в более сложные и расщепление сложных веществ на простые. Благодаря этим химическим реакциям происходит усвоение питательных веществ, синтез тканей и других структур, а так же выделяется энергия.

Созидательные процессы, происходящие в организме человека, принято называть процессами ассимиляции, а разрушительные — диссимиляции. В молодом растущем организме преобладают процессы ассимиляции, а с возрастом начинают преобладать процессы диссимиляции, то есть организм начинает разрушаться.

Разрушению подвергаются абсолютно все системы и органы человека. Исследования проведенные Американским колледжем спортивной медицины установили, что после 30 лет, происходит снижение максимальной частоты сердечных сокращений, уменьшается сердечный выброс и объем циркулирующей крови, а это в свою очередь ухудшает питание внутренних органов и тканей.

Установлено также, что каждые 10 лет происходит уменьшение мышечной силы примерно на 15%, а после 70-ти потеря силовых способностей катастрофически нарастает, и составляет около 30% за десятилетие. Все это усугубляется малоподвижным образом жизни, а значит приводит к снижению энергозатрат и снижению уровня основного обмена, что еще более подстегивает разрушительные процессы.

Замедлить дегенеративные (разрушительные) процессы связанные со старением можно только одним способом — активизировать работу органов и систем за счет физических нагрузок.

### **Влияние физических нагрузок на организм пожилых людей**

Регулярные умеренные физические нагрузки оказывают положительное влияние на организм пожилого человека. Они заставляют активнее работать все органы и системы, укрепляют мышцы и кости, а так же сохраняют подвижность суставов. Когда человек ведет малоподвижный образ жизни, в кровяном русле циркулирует только 60-70% объема крови, а остальная находится в кровяных

депо. Только под действием физических нагрузок, почти вся кровь выбрасывается в кровяное русло, что приводит к улучшению питания тканей и активизации обменных процессов.

Результаты многочисленных исследований подтверждают, что физические нагрузки в пожилом возрасте позволяют сохранить здоровье и продлевают жизнь. Так, например, сотрудники израильского Медицинского центра на протяжении 8 лет наблюдали за 1,5 тыс. пожилых жителей Иерусалима. Среди них были как люди активно (более 4-х часов в неделю) занимающиеся физическими упражнениями, так и не занимающиеся, примерно в равном процентном соотношении, и на начало наблюдения им было по 80 лет. За время наблюдения, было установлено, что к 88 годам, умерло только 7% активно занимающихся и 24% (почти четверть) тех, кто вел малоподвижный образ жизни. Кроме того, физкультурники мало болели, редко жаловались на одиночество, депрессию и отлично справлялись со своими повседневными обязанностями.

Многие ошибочно считают, что пожилые люди получают достаточную физическую нагрузку выполняя работы по ведению домашнего хозяйства. Однако это достаточно распространенное заблуждение. Такая работа не приводит к активному повышению энергозатрат и соответствующей активизации обменных процессов. Более того, как правило, это монотонная однообразная деятельность, которая приводит к переутомлению отдельных мышечных групп, и только способствует ухудшению подвижности суставов и развитию дегенеративных процессов.

### **Особенности занятий физическими упражнениями в пожилом возрасте**

Заниматься физическими упражнениями можно в любом возрасте. Известно много примеров, когда в очень преклонном возрасте люди поражают высоким уровнем своей физической подготовленности. Например, 100-летний индус Фуаджа Сингх является самым пожилым участником марафонского забега (42 км. 195 м.), который закончил дистанцию, а 86-ти летняя Йоханна Кваас из германского Лейпцига, занесена в книгу рекордов Гиннеса, как самая возрастная гимнастка.

Однако, для сохранения здоровья, совсем не обязательно устанавливать рекорды. Согласно рекомендациям ВОЗ (Всемирной Организации Здравоохранения), людям старше 65 лет достаточно 150 минут умеренных физических нагрузок в неделю. В обязательный перечень упражнений входят упражнения аэробного характера (бег, езда на велосипеде, катание на лыжах, плавание), силовые упражнения и упражнения на равновесие, которые помогают сохранить хорошую координацию движений.

Чтобы получить пользу от занятий, нужно не забывать о выполнении следующих правил:

- Начинайте каждое занятие с разминки, чтобы разогреть мышцы и подготовить суставы к предстоящей работе;
- Заканчивайте занятия упражнениями на растягивание и равновесие;
- Избегайте интенсивных аэробных нагрузок. Пульс во время таких тренировок не должен превышать 110-120 уд/мин. Можно использовать для контроля и так называемый разговорный тест. Если во время бега, езды и т.п., вам

трудно разговаривать или приходится для этого задерживать дыхание, то интенсивность (скорость) нужно снизить.

- Силовые упражнения и упражнения на растягивание и гибкость выполняйте в умеренном темпе без резких ускорений.
- Избегайте максимальных силовых усилий и упражнений с максимальной амплитудой.

Если все делать правильно, то после окончания занятия вы должны ощутить приятное чувство легкой усталости и улучшение настроения. А регулярные физические нагрузки помогут вам сохранить здоровье, работоспособность и жизнерадостность на долгие годы.

### **Физиологические закономерности процессов старения организма**

Физические упражнения, рациональный двигательный режим являются важными факторами, обеспечивающими здоровье людей среднего и пожилого возраста и увеличение продолжительности жизни. Старение организма характеризуется уменьшением экономичности мышечных усилий. При старении уменьшается предельно возможная мышечная работоспособность, а также морфофункциональные показатели физического развития существенно изменяются: происходит атрофия мышечной ткани, увеличивается отложение подкожного жира, снижается сила отдельных групп мышц и т. д.

В пожилом возрасте при предельной работе отмечается меньшее усиление функций дыхания и кровообращения, чем в молодом. Снижение предельного уровня усиления функций дыхания и кровообращения ограничивает функциональные возможности людей пожилого возраста и является одной из причин более раннего, чем у молодых, уменьшения работоспособности при напряженной мышечной деятельности.

По мере старения организма укорачивается период устойчивой работоспособности и наступает быстрое утомление и нарушение координации движений.

Старение организма сопровождается изменением соотношения между кислородным запросом и кислородным долгом во время работы.

Процесс старения происходит неравномерно и непрерывно. Механизмы и закономерности старения имеет целый ряд теорий. Основные теории старения сводятся к следующим: теория «изнашивания» клеток, тканей и органов с нарушением регуляции; теория растраты жизненной энергии, predetermined генетически; коллоидно-химическая теория старения, основанная на отравлении токсическими веществами, полученными в результате разрушения структуры клеток; теория аутоинтоксикации кишечными ядами; теория неполноценности соматических клеток.

Процессы старения, или инволюции (обратного развития), затрагивают все клетки, ткани, органы, системы организма и их регуляцию. Все изменения бывают трех типов: 1) показатели и параметры, снижающиеся с возрастом; 2) показатели и параметры, мало изменяющиеся и 3) показатели и параметры, постепенно возрастающие.

К первой группе возрастных изменений относятся: сократительную силу миокарда и скелетных мышц, остроту зрения, слуха и работоспособность нервных

центров, функции пищеварительных желез и желез внутренней секреции, активность ферментов и гормонов.

Вторую группу показателей составляют: уровень сахара в крови, кислотно-щелочной баланс, мембранный потенциал, морфологический состав крови и др.

К показателям и параметрам, постепенно возрастающим, относят синтез гормонов в гипофизе (АКТГ, вазопрессин), чувствительность клеток к химическим и гуморальным веществам, уровень холестерина, лецитинов и липопротеидов в крови.

С возрастом меняется способность организма приспосабливаться к обычным факторам среды, что в конечном итоге у пожилых людей приводит к развитию реакций хронического стресса.

У большинства людей 45-50 лет начинается остеопороз (разрежение) ткани трубчатых костей, потеря ими солей кальция, истончение кортикального слоя и расширение костномозгового канала, что способствует переломам костей. В суставах, в том числе и позвоночных, возрастные деформации и деструктивные изменения хрящевых компонентов приводят к развитию артритов, артрозов, остеохондрозов и радикулитов.

Возрастные изменения в скелетных мышцах характеризуются их атрофией, замещением мышечных волокон соединительной тканью, уменьшением кровоснабжения и оксигенации мышц, понижением функциональной активности мышечных белков, ферментов и ухудшением метаболизма в мышцах, уменьшением количества наиболее мощных и быстрых мышечных волокон II-B типа. Эти изменения приводят к выраженному снижению силы и скорости мышечных сокращений.

Функциональные возможности ССС с возрастом понижаются, что обусловлено уменьшением сократительной способности миокарда и ухудшением его кровоснабжения, увеличением дилатации предсердий и желудочков, ослаблением роли нервных механизмов регуляции и повышением гуморальных. У пожилых людей понижается эластичность сосудов и повышается их тонус, обнаруживается холестерин, приводящий к развитию атеросклероза.

ЧСС после 40-50 лет увеличивается. Вследствие снижения сократительной способности миокарда уменьшается ударный объем крови и минутный объем крови, необходимый для организма, компенсируется увеличением ЧСС.

Рекомендуемая норма для поддержания артериального давления у людей пожилого возраста не должна превышать 140/90 мм рт.ст. Значения «идеального» давления можно проверить по формулам:

$$\text{систолическое АД} = 102 + 0,6 \cdot \text{возраст}$$

$$\text{диастолическое АД} = 63 + 0,4 \cdot \text{возраст}$$

Органы дыхания с возрастом также претерпевают некоторые функциональные и морфологические изменения. Эти изменения выражаются в понижении эластических свойств легочной ткани, уменьшении силы дыхательных мышц и бронхиальной проходимости, развития пневмосклероза, что приводит к снижению ВЛ, нарушению газообмена, появлению одышки, особенно при физических нагрузках. В возрасте 60 лет (по сравнению с 25-летними) общая емкость легких снижена примерно на 1000 мл, ЖЕЛ — на 1500 мл, остаточный объем после максимального выдоха увеличен на 15-20%.

Однако следует отметить, что в целом функции дыхательной системы (например, по сравнению с сердечно-сосудистой) являются достаточно стабильными и даже в глубокой старости обеспечивают потребности метаболизма в O<sub>2</sub>.

Все виды обмена веществ с возрастом снижаются, что обусловлено ухудшением доставки O<sub>2</sub> и питательных веществ к тканям. Названные сдвиги приводят к уменьшению энергообмена и падению физической работоспособности. Пониженный уровень метаболизма сопровождается некоторым снижением температуры тела и кожной температуры, нарушением терморегуляции, особенно химической.

Особенности занятий физическими упражнениями с людьми пожилого возраста заключаются в следующем. С возрастом понижается тренируемость организма, т. е. в меньшей мере совершенствуются его функциональные возможности в занятиях физическими упражнениями. Однако они все же оказывают значительное оздоровительное влияние на стареющий организм.

Повышается обмен веществ, улучшается функциональное состояние дыхательной и сердечно – сосудистой систем, увеличивается масса скелетных мышц, совершенствуется координация движений, повышается уровень развития двигательных качеств. Все это увеличивает функциональные резервы организма.

В занятиях физическими упражнениями с пожилыми людьми не рекомендуется применять статические усилия (висы, упоры и др.) и напряженную силовую работу, характеризующуюся натуживанием.

### **Физиологические особенности и влияние физических нагрузок на организм людей среднего и пожилого возраста**

Физические упражнения являются хорошим средством сохранения всех параметров функционального состояния организма людей зрелого и пожилого возраста.

При дозировании нагрузок необходимо учитывать возраст, уровень тренированности и состояние здоровья. Легче всего это сделать по рекомендуемым величинам ЧСС для лиц разного возраста при занятиях оздоровительной физической культурой. Так, лицам до 20 лет рекомендуются нагрузки при частоте пульса не более 140 ударов в минуту, 30-летним — до 130, 40-летним — до 125, 50-летним — до 120, а 60-летним и старше — до 100-110 ударов в минуту. В некоторых случаях могут допускаться большие нагрузки лицам пожилого возраста, достаточно хорошо тренированным, с частотой пульса 130-150, а для начинающих — не более 120-130 ударов в минуту. С возрастом уменьшается частота сердечных сокращений и максимальное потребление кислорода. Одно из возможных объяснений заключается в том, что старое сердце не может биться с такой высокой частотой, что и молодое.

При выполнении специальных физических упражнений, оздоровительной ходьбе и беге ПК у лиц пожилого возраста должно составлять 50-60% МПК, в то время как у более молодых эта величина может достигать 60-75%. Регулярное применение физических упражнений предупреждает или существенно снижает процессы быстрого развития утомления и перехода их в переутомление.

Роль и значение физической культуры в сохранении здоровья, профилактике преждевременного старения и продления активного долголетия определяются рядом физиологических изменений у лиц, регулярно выполняющих

рекомендуемые физические нагрузки. У этих людей улучшается оксигенация (насыщение кислородом) крови, органов и тканей, предупреждается регионарная гипоксия, повышается уровень метаболизма и выведение из организма конечных продуктов обмена веществ; на высоком уровне остаются биосинтез белка, ферментов и гормонов; наблюдается профилактическое предупреждение ИБС, атеросклероза и ожирения.

Максимальная частота пульса, уд/мин.

Максимальная частота сердечных сокращений уменьшается с возрастом и совершенствуются регуляторные и адаптивные механизмы, активность иммунной системы и в конечном итоге повышается устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов среды, снижается возможность возникновения ряда заболеваний, сохраняются умственная и физическая работоспособность.

*Контрольные вопросы:*

1. *Что изучает наука геронтология?*
2. *Что представляет собой возрастная периодизация?*
3. *Назовите критические периоды развития и их особенности*
4. *Периодизация развития человека. Возрастная периодизация, принципы периодизации.*
5. *Биологический и паспортный возраст.*
6. *Критические и сенситивные периоды развития организма*
7. *Назовите задачи развития в зрелом возрасте.*
8. *Дайте характеристику пожилому возрасту.*
9. *Какова социальная ситуация развития в старости.*
10. *Психологическое развитие в зрелости.*
11. *Специфика личностного развития в старости.*
12. *Зрелость как психологический возраст.*
13. *Психологические особенности пожилых людей.*
14. *Изменения психики в старческом возрасте.*

*Литература*

1. Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И., Гайворонский А.И. Анатомия и физиология человека. – М.: «Академия», 2011.
2. Миловзорова М. С. Анатомия и физиология человека. М: Медицина, 1972.
3. Федюкович Н.И. Анатомия и физиология человека. Ростов-на-Дону: «Феникс», 2009.

## **Тема 20: Сравнительная характеристика развития двигательных качеств трудоспособности организма женщин в разные периоды месячного цикла.**

*План:*

- 1. Менструальный цикл и физическая работоспособность.*

### **Менструальный цикл и физическая работоспособность**

Физиологическое состояние разных систем и физическая работоспособность в целом у женщин находятся в определенной зависимости от фаз менструального цикла. Вместе с тем и физические нагрузки могут оказывать влияние на его протекание. При очень значительных индивидуальных вариациях в характере и интенсивности физиологических изменений на протяжении менструального цикла можно выделить наиболее типичные, чаще всего повторяющиеся.

**Уже** в середине менструального цикла начинает уменьшаться концентрация эритроцитов, гемоглобина, лейкоцитов и тромбоцитов, а также белков в крови, что связано с некоторой гемодилюцией (увеличением объема плазмы крови), вызванной задержкой солей и воды в теле. Непосредственно перед началом менструации содержание эритроцитов и гемоглобина в крови нарастает, особенно у спортсменок. В дни менструации происходит потеря эритроцитов и гемоглобина, что приводит к снижению кислородной емкости крови, степень которого зависит от объема кровопотери. В эту фазу свертываемость крови понижается как результат уменьшения числа тромбоцитов и активности фибринолитической системы. Кровопотери служат мощным физиологическим раздражителем для последующего усиления эритропоэза. Примерно к середине менструального цикла кислородная емкость крови достигает максимума.

**В** предменструальную фазу и фазу менструации снижены основной обмен и температура тела. В фазу менструации потоотделение при мышечной работе начинается раньше, чем в остальные фазы цикла. Этот эффект, вероятно, связан со снижением содержания эстрогенов (женских половых гормонов), которые оказывают тормозящее действие на потоотделение. Поэтому во время менструации мышечная работоспособность может быть особенно чувствительна к повышенной температуре окружающей среды.

**Никаких** значительных изменений в МПК или O<sub>2</sub>-долге как показателе емкости анаэробных энергетических систем, на протяжении менструального цикла не происходит. Пульсовая реакция на одну и ту же аэробную нагрузку может несколько изменяться. Даже в отсутствие изменений пульсовой реакции или скорости потребления O<sub>2</sub> выполняемая в период менструации физическая нагрузка может субъективно восприниматься как более тяжелая. Поэтому влияние менструального цикла на физическую работоспособность часто зависит от психического состояния женщины.

**Максимальная** произвольная мышечная сила часто снижается за несколько дней до начала менструации и остается такой на протяжении всех дней менструации.

**Обычно** менструальный цикл существенно не влияет на спортивную работоспособность. Однако имеются большие индивидуальные вариации. Определенное значение имеет вид спорта. Менструация меньше всего влияет на

работоспособность спринтеров и больше всего на работоспособность спортсменок, тренирующих выносливость. В период менструации работоспособность волейболисток, баскетболисток, гимнасток обычно ниже нормальной, но сравнительно выше, чем у специализирующихся в упражнениях на выносливость.

**Интенсивные спортивные тренировки и участие в соревнованиях могут оказывать некоторое влияние на сроки начала и характер протекания менструального цикла.**

41% спортсменок, участвующих в Олимпийских играх в Токио, отметили, что тренировки и соревнования в какой-то мере влияют на обычный ход их менструального цикла или даже нарушают его (Е. Захарьева, 1965). У спортсменок менструация появляется в среднем позже и чаще наблюдаются аменорея (отсутствие) или олигоменорея (уменьшение менструальных кровотечений). Отчасти это может быть следствием специфического отбора в спорте женщин с некоторыми особенностями соматического (пониженным содержанием жира в теле) и гормонального профиля. Однако несомненно влияние интенсивности и объема тренировочных нагрузок. Например, у бегуний на средние дистанции аменорея наблюдалась в 20% случаев при общем объеме недельной нагрузки 16 км, в 30% случаев при недельной нагрузке 80 км, более чем в 40% случаев при недельной нагрузке около 120 км. Отмечена связь наступления аменореи с потерей жира в результате систематических физических нагрузок. Аменорею можно рассматривать как защитный механизм, предотвращающий потери железа с менструальной кровью. Дефицит железа вообще довольно часто обнаруживается у представителей видов спорта, требующих проявления выносливости, но особенно часто - у женщин-стайеров.

### **Физиологические особенности организма женщин в связи с занятиями спортивной тренировки.**

Организм женщин характеризуется некоторыми особенностями приспособления к физическим нагрузкам. Например, при равной с мужчинами работе, у женщин больше выражено учащение сердечного ритма и увеличение минутного объема дыхания, меньше – увеличение систолического и минутного объемов крови. Максимальный минутный объем крови у мужчин достигает 35 – 40 л, у женщин лишь 25 – 30 л. Аэробные и анаэробные возможности у женщин меньше, чем у мужчин. МПК у спортсменок в среднем на 25 – 35% ниже, чем у спортсменов. У не занимающихся спортом женщин средняя величина МПК составляет около 39 мл/кг/мин, у мужчин – 44 мл/кг/мин. МПК достигается у женщин при ЧСС несколько большей, чем у мужчин. Наибольшая величина МПК у женщин наблюдается в возрасте 20 – 30 лет. После 30 лет МПК снижается. В процессе спортивного совершенствования у женщин увеличиваются функциональные возможности организма, но прирост их все же не велик и максимальный уровень не достигает величин, характерных для спортсменов – мужчин.

Говоря о меньших функциональных возможностях женского организма, следует помнить, что речь идет лишь о средних данных. В зависимости от индивидуальных особенностей развития и под воздействием систематических

занятий спортом женщины могут превосходить мужчин как по развитию двигательных качеств, аэробной и анаэробной производительности, так и по уровню общей физической работоспособности.

В процессе физического воспитания женщин необходимо учитывать их особенности, связанные с функцией материнства. Для женского организма характерны специфические особенности проявления и более раннее развитие физических качеств в процессе индивидуального развития (онтогенеза).

Абсолютная сила мышц у женщин меньше, так как тоньше мышечные волокна и меньше мышечная масса (примерно 30-35% массы тела, тогда как у мужчин около 40-45%). Относительная сила мышц у женщин благодаря меньшей массе тела, почти достигает показателей мужчин, а для мышц бедра даже превосходит их. Женщины отличаются меньшим развитием скоростных качеств по сравнению с мужчинами.

Женщины обладают хорошей выносливостью к длительной циклической работе аэробного характера, то есть имеют высокую общую выносливость. Для женского организма характерен более низкий уровень основного обмена. Экономичность основного обмена определяет более высокую выживаемость в определенных условиях (например, при голодании).

Для женского организма характерна более совершенная терморегуляция, что связано с равномерным расположением на поверхности тела потовых желез, большим количеством кожных капилляров, эффективной отдачей тепла при работе и экономным потоотделением.

*Вегетативные функции.* Особенности размеров и состава тела определяют специфические черты вегетативных функций женского организма.

Дыхание женщин характеризуется меньшими величинами объемов и емкостей легких, более высокими частотными показателями. ЖЕЛ меньше примерно на 1000 мл. В процессе индивидуального развития с 7-8 лет у девочек начинается переход от брюшного типа дыхания к грудному, который вполне формируется к 18 годам. В системе крови отмечена более высокая кроветворная функция, что обеспечивает хорошую переносимость больших потерь крови и является одной из защитных функций женского организма. Женское сердце уступает мужскому по объему и массе. Меньший объем сердца и его желудочков приводит к уменьшению сердечного выброса, что компенсируется более высокой ЧСС и большей скоростью кровотока.

Женский организм имеет менее совершенные механизмы адаптации систем к нагрузкам, снижая их возможности и общую работоспособность. На функциональное состояние и работоспособность женщин сильное влияние оказывают курение, употребление алкоголя и наркотиков, привыкание к которым происходит значительно быстрее.

**Особенности тренировочного процесса и работоспособность женщин в различные периоды месячного цикла.**

Во время занятий физическими упражнениями с женщинами необходимо учитывать физиологические процессы, происходящие в их организме в результате изменений деятельности половых желез в течение месячного цикла. Сущность этих изменений заключается в том, что к определенному сроку в яичниках созревают яйцеклетки, находящиеся в фолликулах. Фолликул лопается,

яйцеклетка выбрасывается и него в брюшную полость, откуда она устремляется в маточную трубу и затем в матку. В яичнике же на месте лопнувшего пузырька образуется желтое тело.

Выделяемые желтым телом гормоны вызывают набухание слизистой оболочки матки и усиленное ее кровоснабжение. Если яйцеклетка не оплодотворится, то слизистая оболочка матки отторгается, что сопровождается кровотечением – менструацией. Эти процессы циклически повторяются с 11 – 15 лет до климактерического периода, наступающего после 45 – 50 лет, через каждые 21 – 28 дней и длятся от 2 до 7 дней. В настоящее время в связи с ускоренным биологическим развитием молодежи появление менструации часто отмечается и в более раннем возрасте.

В предменструальный и менструальный периоды месячного цикла происходят различные изменения во всех системах организма женщин. У них повышается возбудимость центральной нервной системы, учащается пульс, несколько увеличивается артериальное давление. Нередко ухудшается общее самочувствие, возникают головные боли, иногда появляется тошнота. У большинства женщин в дни менструации снижается общая физическая работоспособность. Отдельные показатели работоспособности изменяются по – разному на протяжении месячного цикла. Наибольшее снижение скоростно – силовых показателей происходит в первые дни цикла и на 13 –14-й день. Наибольшая точность движений отмечается на 6 – 12-1 и 15 – 25-й дни месячного цикла. Это средние показатели.

Индивидуальные же колебания могут отличаться от средних. У некоторых здоровых женщин спортивная работоспособности в дни менструации не только не снижается, но даже оказывается повышенной. Однако это не означает, что всем женщинам в это время можно выполнять длительные и интенсивные нагрузки.

В предменструальный период (за один день) и непосредственно после окончания менструации восстановительные процессы после физических нагрузок замедляются.

ри выполнении спортсменками физических нагрузок в предменструальные дни или во время менструации тренеру необходимо тщательно наблюдать за их функциональным состоянием и работоспособностью. В процессе занятий физическими упражнениями с девушками и женщинами и особенно в процессе спортивной тренировки необходимо учитывать физиологические изменения, происходящие в организме в разные периоды месячного цикла.

#### *Контрольные вопросы:*

- 1. Назовите основные особенности женского организма.*
- 2. Как занятия легкоатлетическими упражнениями влияют на женский организм?*
- 3. Назовите основные средства и методы, применяемые при тренировках женщин?*
- 4. Каковы параметры основных тренировочных средств при подготовке женщин-спортсменов?*

5. *Каковы индивидуальные особенности протекания биологического цикла у спортсменок?*
6. *Какие происходят изменения спортивной работоспособности в различные фазы биологического цикла?*
7. *Какова специфика биологического цикла?*
8. *Каково влияние больших нагрузок на организм спортсменок?*

### *Литература*

1. Гайворонский И. В., Ничипорук Г. И., Гайворонский А.И. *Анатомия и физиология человека.* – М.: «Академия», 2011.
2. Милвзорова М. С. *Анатомия и физиология человека.* М: Медицина, 1972.
3. Федюкович Н.И. *Анатомия и физиология человека.* Ростов-на-Дону: «Феникс», 2009.