

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ (МГТУ ГА)»**

Кафедра безопасности полётов и жизнедеятельности

Е.В. Экзерцева

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Тексты лекций

Утверждено Редакционно-
издательским советом МГТУ ГА
в качестве учебного пособия

Москва
2019

УДК 612
ББК 5А2.2
Э36

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Московского государственного технического университета ГА

Рецензенты:

Феоктистова О.Г. (МГТУ ГА) – д-р техн. наук, профессор;

Пижурин А.А. (МГСУ) – канд. техн. наук., доцент

Экзерцева Е.В.

Э36 Физиология человека: тексты лекций. / Е.В. Экзерцева. — М.: Воронеж: ООО «МИР», 2019. — 68 с.

ISBN 978-5-6042813-1-4

Данное учебное пособие издается в соответствии с рабочей программой дисциплины «Физиология человека» для направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» очной формы обучения.

В текстах лекций рассмотрены предмет, задачи и значение курса анатомии и физиологии человека, дан краткий исторический очерк их развития. Изложены вопросы анатомии и физиологии, с учетом современных достижений биологической и медицинской науки, а также рассматривается влияние на него различных факторов полета. Материал учебного пособия представлен в традиционном для анатомии и физиологии плане. В нем 4 раздела, в которых вначале приводятся сведения по анатомии, а затем раскрываются физиологические функции определенного органа или системы. Кроме того, кратко рассмотрены основные этапы развития анатомии и физиологии. В конце каждого раздела даны вопросы для самоконтроля.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры 22.10.2018 г. и методического совета 22.10.2018 г.

ББК 5А2.2
Св. тем. план 2018 г.
поз. 10

ЭКЗЕРЦЕВА Екатерина Владимировна

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Текст лекций

В авторской редакции

Подписано в печать 14.11.2018 г.
Формат 60х80/16 Печ. л. Усл. печ.
л. Заказ 402/090554 Тираж 30 экз.

Московский государственный технический университет ГА

125993 Москва, Кронштадтский бульвар, д.20

Отпечатано ООО «МИР»

394033, г. Воронеж, Ленинский пр-т 119А, лит. Я, оф. 215

© Московский государственный
технический университет ГА, 2019

Оглавление

РАЗДЕЛ 1 ВВЕДЕНИЕ.....	5
Тема 1.1. Общая характеристика организма Физиология клетки. Ткани организма.....	10
Клетки и ткани.....	10
Органы и системы органов.....	15
РАЗДЕЛ 2: ПРИНЦИПЫ, ТИПЫ И МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА.....	18
Тема 2.1. Виды влияний нервной системы и механизмы их реализации. Центральная и вегетативная нервные системы. Характеристика гормональной регуляции.....	18
Физиологические основы процессов регуляции.....	18
Нервная система.....	20
Функции и строение нервной системы.....	20
Центральная нервная система.....	22
Спинальный мозг.....	24
Головной мозг.....	24
Вегетативная нервная система.....	26
Физиология высшей нервной деятельности.....	28
Виды высшей нервной деятельности.....	28
Сигнальные системы. Функции речи. Речевые функции полушарий.....	29
Мышление и сознание.....	30
Память и ее значение в формировании приспособительных реакций.....	33
Физиология эмоций.....	34
Стресс, его физиологическое значение.....	35
Адаптация, ее виды и периоды.....	36
Физиологические основы трудовой деятельности.....	37
Психофизиологические основы формирования летных навыков.....	38
РАЗДЕЛ 3. ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ.....	39
Тема 3.1. Общая характеристика системы.....	39
Кости.....	40
Скелет.....	41
Позвоночный столб.....	42
Рис. 14. Позвоночный столб.....	43
Кости грудной клетки.....	43
Черепная коробка.....	44
Конечности.....	45

Суставы	46
Тема 3.2 Двигательная активность	48
Двигательная функция мышц	48
Механизмы мышечного сокращения	49
Утомление мышц	50
Синергизм и антагонизм в действиях мышц	51
Изменение мышц под влияние физической нагрузки	51
Тема 4.1. Кровь как внутренняя среда организма. Группы крови	53
Лимфатическая система	58
Тема 4.2. Кровообращение. Сердце. Гемодинамика	59
Механизм регуляции тонуса сосудов	61
Кровотечения	62
Высотная болезнь	63
Иммунитет	64
Защитные факторы организма	67

РАЗДЕЛ. 1 ВВЕДЕНИЕ.

Физиология – это наука, изучающая процессы жизнедеятельности организма, составляющих его физиологических систем, отдельных органов, тканей, клеток и субклеточных структур, механизмы регуляции этих процессов, а так же действие факторов внешней среды на динамику жизненных процессов.

Предметом физиологии человека является здоровый человеческий организм.

Основные задачи:

- Исследование механизмов функционирования клеток, тканей, органов, систем органов, организма в целом.
- Изучение механизмов регуляции функций органов и систем органов.
- Выявление реакций организма и его систем на изменение внешней и внутренней среды, а так же исследование механизмов возникающих реакций.

Основные задачи анатомии и физиологии — формирование комплексного представления о строении человеческого организма, функций его органов и систем в целях воздействия на них для сохранения и укрепления здоровья человека, а также устранения возникающих при заболеваниях отклонений от нормальных процессов жизнедеятельности.

Норма — это тот оптимальный интервал в строении организма, в пределах которого он остается здоровым и в полном объеме выполняет свои функции. Следовательно, среднестатистические показатели каких-то параметров являются лишь серединой диапазона нормы. Например, среднестатистический показатель роста у мужчин 172 см. Отклонение в пределах диапазона нормы носит название «вариант нормы». Например, диапазон нормы роста у мужчин находится в интервале от 150 до 195 см.

Строение органов и систем органов человеческого организма определяется, прежде всего, генетическими факторами, передаваемыми по наследству от родителей, функциональными нагрузками, нормальное строение организма определяется отсутствием воздействий вредных факторов окружающей внешней среды (механических — давления, вибрации, шума; физических — температуры, ионизирующего излучения; химических — различных химических соединений, алкоголя, наркотических веществ и т.д.).

Анатомия — это наука, которая изучает форму и строение организма в связи с его функциями, развитием и под воздействием окружающей среды.

Название науки — анатомия человека — происходит от греч. *anatemno*, что означает рассекаю, расчленяю.

Физиология — наука о закономерностях процессов жизнедеятельности живого организма, его органов, тканей и клеток, их взаимосвязи при изменении различных условий и состояния организма.

Прежде всего, необходимо отметить, что невозможно представить в живом организме ни одной структуры, которая не выполняла бы какую-либо функцию. Интеграция (взаимодействие) специфически функционирующих структур создает новое качество — функциональный процесс. Примером может служить деятельность пищеварительной системы, в составе которой каждый орган, благодаря особенностям строения, выполняет строго определенную функцию, а совместная (интегративная) деятельность всех органов обеспечивает единый процесс пищеварения.

Для изучения сложного человеческого организма в анатомии используются следующие методики: *прижизненные, посмертные, микроскопические и экспериментальные.*

К *прижизненным* относятся следующие методики:

- антропометрия — измерение различных частей тела человека, ростовесовых и других показателей для оценки развития человека и сравнения со среднестатистическими показателями;
- рентгеноанатомия (рентгенография, томография, электрорентгенография);
- эхолокация (ультразвуковые методы исследования);

- компьютерная томография;
- магнитно-резонансная томография;
- эндоскопия — осмотр полостей внутренних органов при помощи специального оптического прибора — эндоскопа;
- соматоскопия — осмотр и пальпация анатомических образований на живом человеке.

Посмертные исследования включают следующие методы:

- препарирование;
- бальзамирование отдельных органов и целых трупов;
- распилы частей тела (по Пирогову) или разрезы органов;
- инъекция сосудистого русла органов красящими массами (применяется для изучения источников кровоснабжения, придания органу естественной окраски);
- просветление тканей органов и др.;

К *микроскопическим* методам исследования человеческого тела относятся следующие:

- гистотопография — приготовление срезов внутренних органов или частей тела, окрашивание и заключение их в полимеры или застывающие массы;
- световая и электронная микроскопия;
- контактная микроскопия.

Экспериментальные методы предполагают эксперименты на животных — осмотр и изучение функций внутренних органов, моделирование различных состояний и заболеваний для изучения происходящих изменений.

Как и в анатомии, объектом изучения в физиологии является живой человек. Если анатомы больше внимания уделяют строению тела человека и его структур, то физиологи изучают происходящие в них функциональные процессы. Эти науки неразрывно связаны друг с другом. В физиологии применяется ряд специальных методов исследования. Каждая структура выполняет определенную функцию (или функции). Следовательно, если данную структуру разрушить, исчезнет и присущая ей функция. Этот *экспериментальный метод* (метод удаления, экстирпации) зародился значительно раньше остальных.

Электрофизиологические методы позволяют регистрировать электрические процессы, происходящие в различных органах и тканях. С помощью электрических приборов можно воспроизвести нервные импульсы (метод раздражения), которые будут приводить к сокращению мышц.

Фистульный метод, который широко использовал И. П. Павлов, позволил получить секрет слюнных желез, чистый желудочный сок.

Химические (биохимические) методы также часто используются физиологами. Определение химической структуры и количества веществ биологического происхождения проводят совместно с биохимиками. Изучению влияния того или иного вещества (например, медиаторов ацетилхолина и норадреналина, гормонов) на функции органов и систем посвящено огромное количество научных работ. Интерес представляет и то, как изменяется концентрация какого-либо вещества в клетках, тканях и органах в результате различных внешних воздействий.

Исследование функций мельчайших структур организма (клеток, субклеточных структур) требует применения метода микроскопии, в том числе и электронной — *микроскопические методы*.

В последнее время большое внимание уделяется изучению иммунитета. *Иммунологические методы* исследования требуют профессиональных знаний и умений в области цитологии, биохимии и микробиологии.

Раздел физиологии и психологии — психофизиологию — невозможно себе представить без различных *тестов (тестовый метод)*, исследующих внимание, память, эмоциональное состояние человека и т.д.

Таким образом, физиология обладает огромным арсеналом методов исследования. Многие из них со временем находят не только экспериментальное, но и клиническое применение.

Физиология подразделяется на *общую и частную*. **Общая физиология** изучает закономерности деятельности возбудимых тканей, законы их раздражения, возбуждения и т. д. **Частная физиология** изучает жизнепроявления различных органов и их взаимодействие в системных организациях целого организма. Физиология включает также в себя такие разделы, как *сравнительная физиология, физиология труда, спорта, авиационная и космическая физиология, клиническая физиология* и др. Функциональные изменения организма при болезненных процессах изучает *патологическая физиология*.

История развития физиологии

Первоначально представление о функциях организма складывались на основе работ ученых Древней Греции и Рима: Аристотеля, Гиппократы, Галена и других, а так же ученых Китая и Индии.

Физиология стала самостоятельной наукой в XVII веке, когда наряду с методами наблюдения за деятельностью организма началась разработка экспериментальных методов исследования. Этому способствовали работы Гарвея, изучающего механизмы кровообращения; Декарта, описывающего рефлекторный механизм.

В XIX-XX веках физиология интенсивно развивается. Так, исследования возбудимости тканей провели К. Бернхард, Лапик. Значительный вклад внесли ученые: Людвиг, Дюбуа-Реймон, Гельмгольц, Пфлюгер, Бэлл, Пенгли, Ходжкин и отечественные ученые Овсянников, Ниславский, Цион, Пашутин, Введенский, Анохин и др.

Отцом русской физиологии называют Ивана Михайловича Сеченова. Выдающееся значение имели его труды по изучению функций нервной системы (центральное или сеченовское торможение), дыхания, процессов утомления и другое. И. М. Сеченов впервые определил состав и содержание газов в крови и в альвеолярном воздухе в зависимости от количества кислорода во вдыхаемом воздухе. Кроме того, он установил последовательность выключения деятельности различных отделов центральной нервной системы в условиях кислородного голодания. В своей работе «Рефлексы головного мозга» (1863г) он развил идею о рефлекторной природе процессов, происходящих в мозге, включая процессы мышления. Сеченов доказал детерминированность психики внешними условиями, т.е. ее зависимость от внешних факторов.

Экспериментальное обоснование положений Сеченова осуществил его ученик Иван Петрович Павлов. Он расширил и развил рефлекторную теорию, исследовал функции органов пищеварения, механизмы регуляции пищеварения, кровообращения, разработал новые подходы в проведении физиологического опыта «методы хронического опыта». За работы по пищеварению в 1904 году ему была присуждена Нобелевская премия. Павлов изучал основные процессы, протекающие в коре больших полушарий. Используя разработанный им метод условных рефлексов, он заложил основы науки о высшей нервной деятельности. В 1935 году на всемирном конгрессе физиологов И. П. Павлов был назван патриархом физиологов мира.

В России начало изучению влияния условий полета на организм человека положил академик Я.Д. Захаров. По заданию Российской Академии наук он 30 июня 1804 г. совершил полет на воздушном шаре. Полет продолжался свыше 3 часов, за это время шар поднялся до высоты, несколько большей 2000 м. В течение полета Я.Д. Захаров вел наблюдения за погодой, а также за изменениями слуха, зрения, дыхания.

Первым русским врачом, совершившим полеты на воздушном шаре, был штаб-лекарь Лефортовского госпиталя Кашинской. Воздушный шар он построил сам и поднимался на нем из Нескучного сада в Москве 24 сентября и 1 октября 1805 г. Опыт полетов Кашинского послужил в дальнейшем основанием для участия врачей в решении вопроса о возможности допуска пилота к полету.

Талантливый физик М.А. Рыкачев, начавший совершать полеты на воздушном шаре с 1868 г., наряду с метеорологическими наблюдениями провел исследования видимости и слышимости в полете, наблюдал за своим самочувствием.

Для отечественной авиационной медицины большой интерес представляет ряд работ и высказываний Д.И. Менделеева. Так, в 1875 г. он первый в мире указал на необходимость иметь герметическую кабину при полете в высотные слои атмосферы и разработал схему аэростата с такой кабиной. Он же предложил нагнетать газ в стальные цилиндры, в которых хранить и перевозить его. Этим способом пользуются до сих пор в практике кислородного обеспечения полетов.

Физиолог В.В. Пашутин продолжил работы И.М. Сеченова по важнейшей для авиационной медицины проблеме – дыхательной функции крови.

Основополагающими в изучении влияния ускорений на вестибулярный аппарат человека являются работы выдающегося ученого В.И. Воячека. Он создал методику исследования вестибулярного аппарата (1909–1910 гг.). Таким образом, первые эксперименты по изучению влияния ускорений на организм животных и человека в отечественной медицине были выполнены задолго до зарождения авиации.

Официальной датой зарождения отечественной авиационной медицины можно считать 14 июля 1909 г., когда Совет Всероссийского аэроклуба принял решение об обязательном медицинском освидетельствовании всех летчиков.

Примерно в это же время (1910 г.) были выполнены весьма актуальные исследования в области авиационной медицины. К ним относятся работы В.Н. Окунева о влиянии полетов на орган слуха, С. Грузона – о физиологических реакциях на высоте и др.

Видную роль в развитии авиационной медицины сыграл С.Е. Минц (1889–1925). По предложению С.Е. Минца приказами Реввоенсовета № 837 и 874 в 1924 г. была создана Центральная психофизиологическая лаборатория, по изучению военно-воздушной службы в лаборатории начинали свою деятельность видные советские авиационные врачи В.В. Андреев, А.В. Лебединский, А.П. Аполлонов, Ю.А. Васильев, П.И. Егоров, Н.А. Вишневский, Г.Г. Куликовский, В.Г. Миролобов, И.К. Собенников, В.В. Стрельцов и другие.

Одновременно в лаборатории исследовались изменения сердечно-сосудистой и дыхательной систем у летчиков, явления утомления, разрабатывались предложения по рационализации летной одежды и рабочего места летчика в самолете, а также исследовалось значение личного фактора в летных происшествиях.

Значительное влияние на развитие советской авиационной медицины оказал Н.М. Добротворский. Его книга «Летный труд», изданная в 1930 г., стала первым отечественным пособием по авиационной медицине.

Достижением авиационной медицины в послевоенные годы было создание совместно с инженерами герметических кабин вентиляционного типа, которые установлены почти на всех современных гражданских и военных самолетах.

Позднее в 1963 году был образован Институт медико-биологических проблем в настоящее время - ГНЦ РФ ИМБП РАН, где развивалось множество новых направлений

В целом история анатомии и физиологии от момента ее зарождения до настоящего времени может быть разделена на два периода.

В последние годы сформировалось также такое актуальное научно-практическое направление, как авиационная медицина катастроф (Е.С. Бережнов, Г.П. Ступаков, И.Б. Ушаков, В.А. Пономаренко и др.). Необходимо отметить, что предметом изучения авиационной медицины являются также и летные происшествия, глубокий анализ которых с позиций авиационной психологии и изучения техники пилотирования в различных условиях полетов дает в руки авиационных врачей реальные средства борьбы с теми летными происшествиями, которые являются результатом неправильного поведения летчика.

I период — *период древней анатомии и физиологии*, или предыстория научной анатомии, характеризующийся накоплением эмпирических знаний;

II период — *период научной анатомии и физиологии*, начинающийся с XVI в., со времен А. Везалия и продолжающийся до настоящего времени.

Перечисленные периоды связаны с появлением в анатомии новых методов исследования и общим уровнем развития медицины.

Физиология является фундаментом для решения проблем, связанных с сохранением здоровья и работоспособности человека в разных условиях существования и в разные возрастные периоды.

Чтобы распознать болезнь, нужно знать нормальное состояние функций организма, а чтобы ее лечить, нужно иметь представление о механизмах изменчивости функций организма. Поэтому физиология, являясь основополагающей биологической наукой, тесно связана и с другими науками.

Так, без знания законов физики, невозможно объяснение биоэлектрических явлений в тканях, цвето- и звуковосприятие. Без применения данных химии нельзя описать процессы обмена веществ, пищеварения и дыхания. Поэтому на стыке этих наук с физиологией выделились биохимия, биофизика. Физиология тесно связана с морфологическими науками цитологией и гистологией, анатомией. Физиология связана с кибернетикой, которая изучает процессы управления внутри организма, механизмы обратной связи. Физиология раскрывает материальные основы некоторых высших функций человеческого мозга и тем самым тесно связана с психологией.

Математика, как способ обработки данных и моделирования процессов, широко применяется в физиологии. Физиология тесно связана с клиническими дисциплинами.

Основные разделы физиологии.

1. Общая физиология изучает основные закономерности жизнедеятельности организма и механизмы основных процессов.
2. Частная физиология – функции отдельных клеток, органов и физиологических систем. В ней выделяют физиологию мышечной ткани, физиологию сердца и другие.
3. Разделы, имеющие специфические предметы исследования и использующие особые подходы: эволюционная, сравнительная физиология.
4. В физиологии человека выделяют прикладные разделы: возрастная, клиническая физиология, физиология труда и спорта, авиационная и космическая физиология.
5. Некоторые разделы физиологии являются базой для психологии: физиология высшей нервной деятельности, физиология центральной нервной системы.

Полеты на современных самолетах, особенно в сложных метеорологических условиях требуют большого напряжения моральных и физических сил. Поэтому летный состав должен обладать хорошим здоровьем, высокой работоспособностью и выносливостью, быстротой восприятий и реакций, эмоциональной устойчивостью и силой воли. Особые требования к физическому и нервно-психическому состоянию летного состава определяются условиями деятельности при выраженном влиянии непривычных факторов внешней среды.

К этим факторам относятся: ускорения, перепады атмосферного давления и температуры воздуха, пониженное парциальное давление кислорода во вдыхаемом воздухе, шум и вибрации, длительное пребывание в вынужденной однообразной позе и высотном снаряжении. Все это во многом определяет задачи авиационной медицины и направление ее деятельности, связанные с обеспечением сохранения здоровья, работоспособности и безопасности полетов летного состава.

Авиационная физиология изучает влияние различных факторов полета на физиологические функции организма и выявляет пределы его адаптации к ним. Основное внимание авиационная физиология уделяет изучению влияния на организм высоты, перепадов давления, различного рода ускорений, шума, вибрации и разрабатывает мероприятия по предотвращению или уменьшению воздействия этих и других неблагоприятных факторов полета на человека.

Тема 1.1. Общая характеристика организма Физиология клетки. Ткани организма.

Организм человека – это иерархическая последовательность, от простого к сложному:
- Клетка; - Ткань; - Орган; - Система.

Похожие по структуре *клетки* объединяются в *ткани*, которые имеют свое четкое назначение. Каждый тип ткани складывается в определенные *органы*, которые также несут в себе индивидуальные функции. Органы, в свою очередь, складываются в *системы*, которые регулируют жизнедеятельность человека.

Каждая, из 50 триллионов микроклеток в теле, выполняют определенную функцию. Для того чтобы плотнее понимать анатомию и физиологию человека, необходимо рассмотреть все системы организма.

Клетки и ткани

Клетка — это структурно-функциональная единица живого организма, способная к делению и обмену с окружающей средой. Она осуществляет передачу генетической информации путем самовоспроизведения.

Клетка как часть многоклеточного организма выполняет основные *функции*: усвоение поступающих веществ и расщепление их с образованием энергии, необходимой для поддержания жизнедеятельности организма.

Клетки обладают также раздражимостью (двигательные реакции) и способны размножаться делением. Деление клеток бывает непрямым (митоз) и редукционное (мейоз).

Клетки очень разнообразны по строению, функции, форме, размерам. Последние колеблются от 5 до 200 мкм. Самыми крупными в организме человека являются яйцеклетка и нервная клетка, а самыми маленькими — лимфоциты крови. По форме клетки бывают шаровидные, веретеновидные, плоские, кубические, призматические и др. Некоторые клетки вместе с отростками достигают длины до 1,5 м и более (например, нейроны).

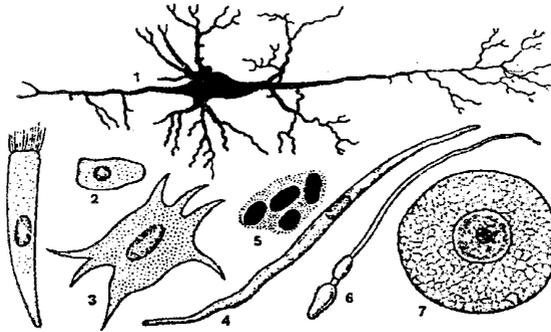


Рис. 1. Формы клеток:

1 — нервная; 2 — эпителиальная; 3 — соединительнотканная; 4 — гладкая мышечная; 5 — эритроцит; 6 — сперматозоид; 7 — яйцеклетка

Каждая клетка имеет сложное строение и представляет собой систему биополимеров, содержит ядро, цитоплазму и находящиеся в ней органеллы (рис. 2). От внешней среды клетка отграничивается клеточной оболочкой (толщина 9—10 нм), которая осуществляет транспорт необходимых веществ в клетку, и наоборот, взаимодействует с соседними клетками и межклеточным веществом. Внутри клетки находится ядро, в котором происходит синтез белка, оно хранит генетическую информацию в виде ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота).

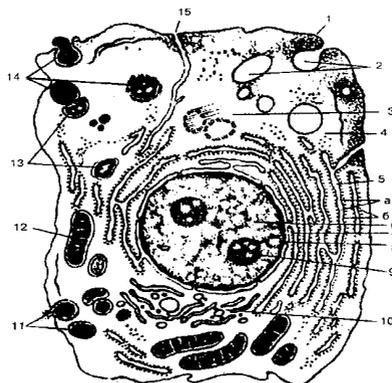


Рис. 2. Схема ультрамикроскопического строения клетки

1 — цитолемма (плазматическая мембрана); 2 — пиноцитозные пузырьки; 3 — центросома (клеточный центр, цитоцентр); 4 — гиалоплазма; 5 — эндоплазматическая сеть (о — мембраны эндоплазматической сети, б — рибосомы); 6 — ядро; 7 — связь перинуклеарного пространства с полостями эндоплазматической сети; 8 — ядерные поры; 9 — ядрышко; 10 — внутриклеточный сетчатый аппарат (комплекс Гольджи); 11 — секроторные вакуоли; 12 — митохондрии; 13 — лизосомы; 14 — три последовательные стадии фагоцитоза; 15 — связь клеточной оболочки (цитолеммы) с мембранами эндоплазматической сети

Ядро окружает цитоплазма, в состав которой входят гиалоплазма, органеллы и включения.

Гиалоплазма — это основное вещество цитоплазмы, она участвует в обменных процессах клетки, содержит белки, полисахариды, нуклеиновую кислоту и др.

Постоянные части клетки, которые имеют определенную структуру и выполняют биохимические функции, называются органеллами. К ним относятся *клеточный центр, митохондрии, комплекс Гольджи, эндоплазматическая (цитоплазматическая) сеть.*

Внутренняя мембрана образует складки (кресты), в которых располагаются ферменты. В митохондриях происходят расщепление глюкозы, аминокислот, окисление жирных кислот, образование АТФ (аденозинтрифосфорная кислота) — основного энергетического материала.

Комплекс Гольджи (внутриклеточный сетчатый аппарат) участвует в транспорте веществ, химической их обработке и выведении за пределы клетки продуктов ее жизнедеятельности.

Эндоплазматическая (цитоплазматическая) сеть участвует в обмене липидов и полисахаридов. К стенкам прилегают мелкие образования — рибосомы, синтезирующие белки.

Цитоплазма также имеет постоянные скопления отдельных веществ, которые называются включениями цитоплазмы и имеют белковую, жировую и пигментную природу.

Химический состав клетки. В состав клетки входит около 70 химических элементов периодической системы Д. И. Менделеева.

В клетке около 98 % массы составляют четыре элемента: водород, кислород, углерод и азот, которые относят к макроэлементам. Кроме макроэлементов в клетке присутствуют элементы в десятых и сотых долях процента: натрий, калий, кальций, хлор, фосфор, сера, железо и магний — макро-микроэлементы. Каждый из них выполняет важную функцию в клетке. Например, ионы натрия, калия и хлора обеспечивают проницаемость клеточных мембран для различных веществ и проведение импульса по нервному волокну. Кальций и фосфор участвуют в формировании костной ткани, кроме того, кальций принимает участие в свертывании крови. Железо входит в состав гемоглобина эритроцитов, магний содержится в ряде ферментов.

Остальные элементы (цинк, медь, йод, фтор и др.) содержатся в очень малых количествах — в общей сложности до 0,02 % — микроэлементы. В специализированных клетках они участвуют в образовании биологически активных веществ: цинк входит в состав гормона поджелудочной железы — инсулина; йод — компонент гормонов щитовидной железы.

Большинство металлов-микроэлементов входят в состав различных ферментов. Все химические элементы находятся в организме в виде ионов или входят в состав различных неорганических и органических соединений.

Клетка входит в состав ткани, из которой состоит организм человека и животных.

Ткань — это система клеток и внеклеточных структур, объединенных единством происхождения, строения и функций.

В результате взаимодействия организма с внешней средой, которое сложилось в процессе эволюции, появились четыре вида тканей с определенными функциональными особенностями: **эпителиальная, соединительная, мышечная и нервная.**

Каждый орган состоит из различных тканей, которые тесно связаны между собой. Например, желудок, кишечник, другие органы состоят из эпителиальной, соединительной, гладкомышечной и нервной тканей.

Функция пищеварительной системы не может быть выполнена полностью, если нарушена ее мышечная деятельность.

Таким образом, различные ткани, входящие в состав того или иного органа, обеспечивают выполнение главной функции данного органа.

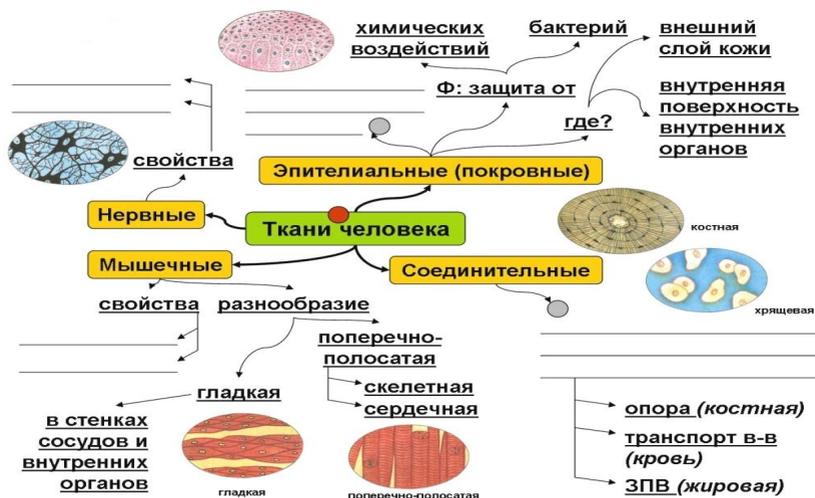


Рис 3. Основные виды тканей

Эпителиальная ткань (эпителий) покрывает всю наружную поверхность тела человека и животных, выстилает слизистые оболочки полых внутренних органов (желудок, кишечник, мочевыводящие пути, плевру, перикард, брюшину) и входит в состав желез внутренней секреции. Выделяют покровный (поверхностный) и секреторный (железистый) эпителий. Эпителиальная ткань участвует в обмене веществ между организмом и внешней средой, выполняет защитную функцию (эпителий кожи), функции секреции, всасывания (эпителий кишечника), выделения (эпителий почек), газообмена (эпителий легких), имеет большую регенеративную способность.

Основными **морфологическими признаками** эпителия являются следующие:

- пограничное положение между тканями внутренней и внешней сред;
- расположение клеток тесно сомкнутыми пластами;

- положение клеток в один или несколько слоев на базальной мембране (базальная мембрана — особое структурное образование между эпителием и подлежащей рыхлой соединительной тканью);
- минимальное количество межклеточного вещества;
- отсутствие сосудов, в результате чего питание осуществляется путем диффузии из подлежащих тканей;
- высокая способность к регенерации — восстановлению после повреждения.

Эпителиальные ткани выполняют в организме человека многочисленные **функции**:

- 1) разграничительная и барьерная — основная функция эпителия, заключающаяся в разделении внутренней и внешней сред организма;
- 2) защитная — предупреждение повреждающего действия механических, физических (температура, лучевые воздействия), химических, и микробных факторов как за счет механической прочности, так и секреции защитного слоя слизи, образования роговых чешуек, выработки веществ с антимикробным действием;
- 3) транспортная — перенос через эпителий во внутренние среды различных питательных веществ или по их поверхности слизи с пылевыми частицами и т.д.;
- 4) всасывание — эпителий активно всасывают различные вещества, что особенно ярко выражено в кишечнике и почечных канальцах;
- 5) секреторная — эпителий образует слизистые оболочки полых органов, которые выделяют различные соки, а также являются ведущими тканями крупных желез;
- 6) экскреторная — участие в удалении из организма конечных продуктов обмена веществ (с мочой, потом, желчью) и различных соединений, например лекарственных веществ;
- 7) сенсорная (рецепторная, чувствительная) — выполняя разграничительную функцию, эпителий за счет специализированных структур обеспечивают восприятие механических, химических и других видов сигналов, исходящих как из внешней, так и внутренней сред.

Соединительная ткань. Соединительные ткани широко распространены в организме человека. Они выполняют механические связующие функции, соединяя друг с другом различные структуры, образуют внутреннюю среду организма и участвуют в поддержании ее постоянства.

По **свойствам соединительная ткань** объединяет значительную группу тканей: *собственно соединительные ткани* (рыхлая волокнистая, плотная волокнистая — неоформленная и оформленная); *ткани, которые имеют особые свойства* (жировая, ретикулярная); *скелетные твердые* (костная и хрящевая) и *жидкие* (кровь, лимфа). Соединительная ткань выполняет опорную, защитную (механическую), формообразовательную, пластическую и трофическую функции. Эта ткань состоит из множества клеток и межклеточного вещества, в котором находятся разнообразные волокна (коллагеновые, эластические, ретикулярные).

- *трофическая* — обеспечение других тканей питательными веществами;
- *транспортная* — перенос питательных веществ, газов, продуктов метаболизма;
- *регуляторная* — влияние на функции других тканей посредством гормонов и биологически активных веществ;
- *защитная* — обеспечение механической защиты, специфических и неспецифических иммунных реакций;
- *дыхательная* — соединительные ткани участвуют в процессах газообмена, протекающих в тканях и органах;
- *опорная* — соединительная ткань образует пассивную часть опорно-двигательной системы — кости и хрящи; образует строму большинства внутренних органов и формирует тем самым их внутренний каркас; соединительная ткань образует и внешний каркас органов — капсулы.

Мышечная ткань — это вид ткани, которая осуществляет двигательные процессы в организме человека и животных (например, движение крови по кровеносным сосудам, передвижение пищи при пищеварении и т. д.) при помощи специальных сократительных структур — миофибрилл. Существуют три типа мышечной ткани: *гладкая* (неисчерченная); *поперечнополосатая скелетная* (исчерченная) и *сердечная поперечнополосатая* (исчерченная) (рис. 3).

Мышечная ткань обладает такими *функциональными особенностями*, как ***возбудимость, проводимость и сократимость***.

Гладкая мышечная ткань состоит из веретеновидных клеток — миоцитов — длиной 15—500 мкм и диаметром около 8 мкм. Клетки располагаются параллельно одна другой и формируют мышечные слои. Гладкая мускулатура находится в стенках многих образований, таких как кишечник, мочевой пузырь, кровеносные сосуды, мочеточники, матка, семяносящий проток и др. Например, в стенке кишечника есть наружный продольный и внутренний кольцевые слои, сокращение которых вызывает удлинение кишки и ее сужение. Такая скоординированная работа мышц называется перистальтикой и способствует перемещению содержимого кишки или ее веществ внутри полых органов.

Гладкая мышечная ткань сокращается постепенно и способна долго находиться в состоянии сокращения, потребляя относительно небольшое количество энергии и не уставая. Такой тип сократительной деятельности называется тоническим.

Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань образует скелетные мышцы, которые приводят в движение кости скелета, а также входят в состав некоторых внутренних органов (язык, глотка, верхний отдел пищевода, наружный сфинктер прямой кишки). Исчерченная скелетная мышечная ткань состоит из многоядерных волокон цилиндрической формы, расположенных параллельно одна другой, в которых чередуются темные и светлые участки (диски, полосы) и которые имеют разные светопреломляющие свойства. Сокращение скелетных мышц произвольное, иннервируются они спинномозговыми и черепными нервами.

Сердечная поперечнополосатая мышечная ткань есть только в сердце. Она имеет очень хорошее кровоснабжение и значительно меньше, чем обычная поперечнополосатая ткань, подвергается усталости. Сокращение сердечной мышцы не зависит от воли человека.

Нервная ткань. Нервная ткань является основным компонентом нервной системы, *обеспечивает проведение сигналов (импульсов) в головной мозг, их проведение и синтез, устанавливает взаимосвязь организма с внешней средой, участвует в координации функций внутри организма, обеспечивает его целостность.*

Нервная ткань состоит из нервных клеток — нейронов (нейроцитов), которые имеют особые структуру и функции, и нейроглии, которая выполняет трофическую, опорную, защитную и другие функции. Нервная ткань формирует центральную нервную систему (головной и спинной мозг) и периферическую — нервы (сплетения, ганглии).

Нейроны — функциональные единицы нервной системы, которые имеют множество связей. Они чувствительны к раздражению, способны передавать электрические импульсы от периферических рецепторов к органам-исполнителям

Нервные клетки отличаются по форме, размерам и разветвленности отростков.

Различают два вида отростков: дендриты и аксоны. Дендриты проводят возбуждение к телу нервной клетки. Они короткие и распадаются на тонкие разветвления. По аксону нервный импульс движется от тела нервной клетки к рабочему органу (железа, мышца) или к другой нервной клетке. Клетки нейроглии выстилают полость головного мозга, спинномозговой канал, образуют опорный аппарат центральной нервной системы, окружают тела нейронов и их отростки.

Нервные волокна заканчиваются концевыми аппаратами, которые называются нервными окончаниями. В зависимости от выполняемой функции они делятся на *чувствительные*

(рецепторы) и *двигательные* (эффекторы). Чувствительные нервные окончания воспринимают раздражения из внешней и внутренней среды, превращают их в нервные импульсы и передают их другим клеткам, органам.

Рецепторы, которые воспринимают раздражения из внешней среды, называются *экстерорецепторами*, а из внутренней — *интерорецепторам*:

Проприорецепторы воспринимают раздражения в тканях тела, заложенных в мышцах, связках, сухожилиях, костях и др. В зависимости от характера раздражения различают *терморецепторы* (воспринимают изменения температуры), *механорецепторы* (соприкасаются с кожей, сжимают ее), *ноцицепторы* (воспринимают болевые раздражения).

Двигательные нервные окончания передают нервные импульсы (возбуждение) от нервных клеток к рабочему органу.

Нервы, передающие импульсы в центральную нервную систему, называются *афферентными (сенсорными)*, а от центра — *эфферентными (моторными)*. Афферентные и эфферентные нейроны связываются с помощью *вставочных* нейронов. Нервы со смешанной функцией передают импульс в обоих направлениях. Передача нервного импульса от одного нейрона к другому осуществляется с помощью контактов, называемых синапсами.

Регенерация тканей

Регенерация ткани — это процесс, обеспечивающий их обновление в ходе нормальной жизнедеятельности (*физиологическая регенерация*) или восстановление после повреждения (*репаративная регенерация*).

Репаративная регенерация происходит на основе тех же механизмов, что и физиологическая, но процессы протекают более интенсивно. При полноценной регенерации восстановление ткани происходит полностью за счет ее собственных клеток. При неполноценной регенерации восстановление массы и объема ткани полностью не происходит или она восстанавливается за счет разрастания соединительной ткани. При этом происходит формирование рубцов (*склерозирование*).

Регенерация происходит как на клеточном (клеточная регенерация), так и субклеточном (внутриклеточная регенерация) уровнях. Регенерация клеток осуществляется путем их митотического деления. Внутриклеточная регенерация обеспечивает непрерывное обновление структурных компонентов клеток в физиологических условиях или после их повреждения.

От регенерации клеток необходимо отличать их *гипертрофию*. *Гипертрофия клеток* — увеличение их объема и функциональной активности при одновременном нарастании содержания внутриклеточных структур. Она происходит в результате усиленной внутриклеточной регенерации в условиях преобладания анаболических процессов. При гипертрофии обычно в наибольшей степени нарастает объем тех компонентов, которые обеспечивают адаптацию данного вида клеток к изменившимся условиям (например, гипертрофия сократительного и энергетического аппаратов сердечных миоцитов при увеличении физической нагрузки). Обратными проявлениями характеризуется *атрофия* клеток.

Органы и системы органов.

Высшей формой интеграции в строении тела человека является интеграция систем органов. Она обеспечивает наиболее высокий уровень организации — организм как единое целое.

Соединяясь между собой, разные ткани образуют *органы*.

Органом называется часть тела, которая имеет определенную форму, строение, занимает соответствующее место и выполняет специфическую функцию. В формировании любого органа принимают участие различные ткани, но только одна из них является главной, остальные выполняют вспомогательную функцию. Например, соединительная ткань образует основу органа, эпителиальная — слизистые оболочки органов дыхания и пищеварения, мышечная — стенки полых органов (пищевод, кишечник, мочевой пузырь и др.), нервная ткань представлена в виде нервов, иннервирующих орган, нервных узлов, лежащих в стенках органов.

Органы различаются по форме, размерам и положению. Кроме индивидуальных, имеются также половые и возрастные отличия.

Органы, которые схожи по своему строению, происхождению и выполняют единую функцию, называют системой.

Например: пищеварительная — объединяет органы, при помощи которых в организме переваривается пища, происходит ее усвоение; дыхательная — включает органы дыхания, в которых происходит газообмен между кровью и окружающей ее средой; сердечно-сосудистая — объединяет сердце и сосуды, которые обеспечивают кровообращение; выделительная — осуществляет выделение из организма образующихся продуктов метаболизма (соли, мочевины, креатинин и др.); нервная — соединяет все органы и системы в единое целое, регулирует их деятельность; система органов чувств — воспринимает раздражения от внешней и внутренней среды; эндокринная — регулирует все процессы в организме при помощи специальных веществ (гормонов).

Некоторые органы объединяются по функциональному принципу в аппараты (например, опорно-двигательный, эндокринный). Иногда такие органы отличаются своими функциями, но связаны генетически (например, мочеполовой аппарат).

Полноценно существовать человеку помогают 12 систем:

- Скелетная или опорная (кости, хрящи, связки);
- Мышечная или двигательная (мышцы);
- Нервная (головной мозг, нервы спинной мозг);
- Эндокринная (регуляция гормонального фона);
- Кровообращения (отвечает за питание клеток);
- Лимфатическая (отвечает за борьбу с инфекциями);
- Пищеварительная (переваривает пищу, фильтруя полезные вещества);
- Дыхательная (легкие человека);
- Покровная, защитная (кожа, волосы, ногти);
- Репродуктивная (мужские и женские органы размножения);
- Выделительная (освобождает организм от лишних или вредных веществ);
- Иммунная (отвечает за состояние иммунитета в целом).

Совокупность систем и аппаратов органов образует целостный организм человека, в котором все составляющие его части взаимосвязаны, при этом основная роль в объединении организма принадлежит сердечно-сосудистой, нервной и эндокринной системам. Эти системы действуют согласованно, обеспечивают нейрогуморальную регуляцию функций организма. Нервная система передает сигналы в виде нервных импульсов, а эндокринная система при этом высвобождает гормональные вещества, которые переносят кровь к органам-мишеням.

Саморегуляция физиологических функций — основной механизм поддержания жизнедеятельности организма на относительно постоянном уровне. Относительное постоянство внутренней среды у человека поддерживается нервно-гуморальными физиологическими механизмами, регулирующими деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем, органов пищеварения, почек и потовых желез, которые обеспечивают удаление из организма продуктов обмена веществ. Таким образом, нервная и эндокринная системы обеспечивают динамичное развитие организма и устойчивость его основных физиологических функций. Кроме совместной регуляции жизнедеятельности организма, нервная и эндокринная системы могут действовать самостоятельно.

Организм человека как живая биологическая система существует только благодаря непрерывному взаимодействию с окружающей средой.

Человеческому организму как живой биологической системе присущи характерные свойства. Основные из них — *обмен веществ, раздражимость, способность к росту, размножению, подвижность, поддержание постоянства внутренней среды, пластичность и целостность.*

Появление указанных свойств стало возможным только в результате интеграции структур на всех уровнях организации человеческого организма. *Интеграция* — это такое объединение, в результате которого рождается новое качество, более высокий уровень организации.

Различают четыре вида интеграции: *механическую, гуморальную, химическую и нервную.*

В качестве *механических* интеграторов

на тканевом уровне выступают межклеточные вещество и контакты;

на органном уровне — соединительная ткань;

на системном — вспомогательные органы.

Гуморальные интеграторы — это кровь и лимфа. Они выполняют интегративную роль на органном, системоорганном и организменном уровнях.

Химическая интеграция — это эндокринная регуляция, которая осуществляется гормонами, выделяемыми железами внутренней секреции. Гормоны оказывают свое интегративное действие на всех уровнях: клеточном, тканевом, органном, системоорганном и организменном.

Высшим уровнем интеграции является *нервная интеграция*. В процессе эволюции выделяется специальная система — нервная. Она обеспечивает координацию и регуляцию деятельности отдельных органов и систем организма и его приспособление к постоянно изменяющимся условиям внешней среды.

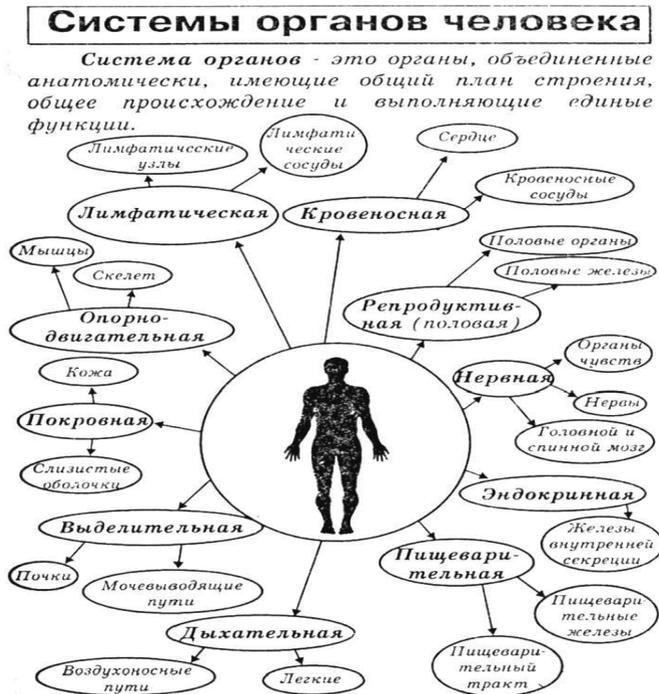


Рис. 4. Системы органов

Таким образом, *живой целостный организм человека — это живая биологическая система, обладающая способностью к саморазвитию, самовоспроизведению, саморегуляции и отличающаяся высокой пластичностью, подвижностью и устойчивостью.*

РАЗДЕЛ 2: ПРИНЦИПЫ, ТИПЫ И МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА

Тема 2.1. Виды влияний нервной системы и механизмы их реализации. Центральная и вегетативная нервные системы. Характеристика гормональной регуляции.

Физиологические основы процессов регуляции

Основные принципы саморегуляции

1. **Принцип неравновесности или градиента** – это свойство живых систем поддерживать динамическое неравновесное состояние, асимметрию относительно окружающей среды. Например, температура тела может быть выше или ниже температуры окружающей среды.

2. **Принцип замкнутости контура регулирования.** Каждый организм не просто отвечает на раздражение, а еще и оценивает соответствие ответной реакции действующему раздражителю. Чем сильнее раздражитель, тем больше ответная реакция. Принцип осуществляется за счет положительной и отрицательной обратной связи в нервной и гуморальной регуляции, т.е. контур регуляции замкнут в кольцо. Например, нейрон обратной афферентации в двигательных рефлекторных дугах.

3. **Принцип прогнозирования.** Биологические системы способны прогнозировать результат ответной реакции на основе прошлого опыта. Например, избегание уже знакомых болевых раздражителей.

4. **Принцип целостности.** Для нормального функционирования организма необходима его целостность. Учение об относительном постоянстве внутренней среды организма было создано в 1878 году Клодом Бернаром. В 1929 году Кеннон предложил термин – гомеостаз.

Гомеостаз – это относительное динамическое постоянство состава и свойств внутренней среды организма и устойчивость его основных физиологических функций (терморегуляции, кровообращения, газообмена и др.). *Это устойчивость физиологических функций организма.*

Это основное свойство, отличающее живые организмы от неживого. Чем выше организация живого существа, тем более оно независимо от внешней среды. Внешняя среда – это комплекс факторов, определяющий экологический и социальный микроклимат, действующий на человека.

В ответ на воздействие раздражителей организм человека, представляя собой саморегулирующуюся систему, осуществляет функциональную перенастройку физиологических, биохимических и биофизических процессов, которая способствует сохранению гомеостаза. Наиболее важные для обеспечения жизнедеятельности организма константы гомеостаза (температура тела, осмотическое давление крови и тканевой жидкости и др.) поддерживаются сложными компенсаторными механизмами, в которых участвуют нервная, эндокринная, сенсорные системы.

Компенсаторные механизмы – защитно-приспособительные реакции организма, направленные на устранение или ослабление функциональных сдвигов в организме, вызванных воздействием внешних раздражителей – факторов окружающей среды. Так, например, при низких температурах воздуха для поддержания температуры тела на относительно постоянном уровне в организме за счет действия механизма терморегуляции повышается интенсивность обмена веществ и, как следствие, увеличивается образование тепла, в то же время в результате сужения кровеносных сосудов кожи уменьшается теплоотдача, что в целом препятствует понижению температуры тела.

Компенсаторные механизмы служат составной частью резервных сил организма, обладающего определенными возможностями *адаптации – приспособления* (или привыкания) к меняющимся условиям среды. *Биологический смысл адаптации состоит в установлении и сохранении гомеостаза, позволяющего организму существовать при изменении окружающей среды.* Диапазон адаптационных возможностей человека достаточно широк, хотя и не беспределен. В связи с этим, в зависимости от силы действующего на организм человека

внешнего раздражителя ответная реакция организма может характеризоваться как функциональными сдвигами в диапазоне нормальных колебаний функции, так и патологическими изменениями, определяющими развитие заболевания. Решающая роль в организации и активизации ответных защитно-приспособительных реакций, которые способствуют поддержанию гомеостаза, принадлежит нервной системе.

Понятие о раздражимости, возбудимости и возбуждении.

Классификация раздражителей

Раздражимость – это способность клеток, тканей, организма в целом переходить под воздействием факторов внешней или внутренней среды из состояния физиологического покоя в состояние активности. Состояние активности проявляется изменением физиологических параметров клетки, ткани, организма, например, изменение метаболизма.

Возбудимость – это способность живой ткани отвечать на раздражение активной специфической реакцией – *возбуждением*, т.е. генерацией нервного импульса, сокращением, секрецией. Таким образом, возбудимость характеризует специализированные ткани – *нервную, мышечные, железистые*, которые называются возбудимыми.

Возбуждение – это комплекс процессов реагирования возбудимой ткани на действие раздражителя.

Возбудимые ткани обладают *проводимостью*. Это способность ткани проводить возбуждение. Наибольшей проводимостью обладают нервы и скелетные мышцы.

Раздражитель – это фактор внешней или внутренней среды действующей на живую ткань.

Процесс воздействия раздражителя на клетку, ткань, организм называется *раздражением*.

Одной из форм реакции живых клеток на действие раздражителей является возбуждение, вызывающее переход из состояния относительного физиологического покоя к деятельности.

Все раздражители делятся на следующие группы:

1. По природе.

- Физические (электричество, свет, звук, механические воздействия и т.д.);
- Химические (кислоты, щелочи, гормоны и т.д.);
- Физико-химические (осмотическое давление, парциальное давление газов и т.д.);
- Биологические (пища для животного, особь другого пола);
- Социальные (слово для человека).

2. По месту воздействия.

- Внешние (экзогенные);
- Внутренние (эндогенные).

3. По силе:

- Подпороговые (не вызывающие ответной реакции).
- Пороговые (раздражители минимальной силы, при которой возникает возбуждение).
- Сверхпороговые (сила выше пороговой).

4. По физиологическому характеру:

- Адекватные (физиологичные для данной клетки или рецептора, которые, приспособились к нему в процессе эволюции, например, свет для фоторецепторов глаза).
- Неадекватные

Если реакция на раздражитель является рефлекторной, то выделяют также:

- *Безусловно-рефлекторные раздражители*
- *Условно-рефлекторные.*

Например, адекватные раздражители – раздражители, к действию которых клетки и ткани органов приспособлены исторически. Например, для глаза адекватным раздражителем являются световые лучи, для органа слуха – звуковые колебания. Неадекватными раздражителями будут такие, воздействию которых в естественных условиях данная клетка или ткань не подвергается и к восприятию которых специально не приспособлена. Например, неадекватными раздражителями для скелетной мышцы будут действие кислоты, щелочи,

электрический ток, для глаза – лазерное излучение, химические вещества.

Законы раздражения.

Реакция клеток и тканей на раздражитель определяется законами раздражения:

1. **Закон «все или ничего»:** При допороговых раздражениях клетки ответной реакции не возникает, при пороговой силе раздражителя развивается максимальная ответная реакция, поэтому увеличение силы раздражения выше пороговой не сопровождается ее усилением. В соответствии с этим законом реагирует на раздражение одиночное нервное и мышечное волокна, сердечная мышца.

2. **Закон силы:** Чем больше сила раздражителя, тем сильнее ответная реакция. Однако выраженность ответной реакции растет лишь до определенного максимума. Закону силы подчиняется целостная скелетная и гладкая мышцы, так как они состоят из многочисленных мышечных клеток, имеющих различную возбудимость.

3. **Закон силы длительности:** Чем сильнее раздражитель, тем меньше время требуется для возникновения ответной реакции.

4. **Закон градиента (аккомодации):** Реакция ткани на раздражение зависит от его градиента, т.е. чем быстрее нарастает сила раздражения во времени, тем быстрее возникает ответная реакция. При низкой скорости нарастания силы раздражителя растет порог раздражения. Поэтому, если сила раздражителя возрастает очень медленно, возбуждения не будет. Это явление называется *аккомодацией*.

- **Физиологическая лабильность** (подвижность) – это большая или меньшая частота реакций, которыми может отвечать ткань на ритмическое раздражение. Чем быстрее восстанавливается ее возбудимость после очередного раздражения, тем выше ее лабильность. Определение лабильности предложено Н.Е. Введенским. Наибольшая лабильность у нервов, наименьшая – у сердечной мышцы.

Нервная система

Функции и строение нервной системы

Нервная система обеспечивает целостность организма, сохранение постоянства внутренней его среды, согласованность деятельности органов, тканей и систем, регулирует все функции организма в его постоянном взаимодействии с внешней средой. Основными функциями нервной системы являются *восприятие действующих на организм раздражителей, их анализ и организация соответствующих ответных реакций* через мышцы, железы, сердечно-сосудистую и другие системы, приспособляющих организм при изменении состояния окружающей среды.

Нервную систему образуют *головной мозг, спинной мозг, спинномозговые и другие нервы, нервные узлы, нервные окончания*.

По положению в теле нервную систему подразделяют на *центральную и периферическую*, по выполняемым функциям – на *соматическую и вегетативную*.



Рис.5 . Строение нервной системы

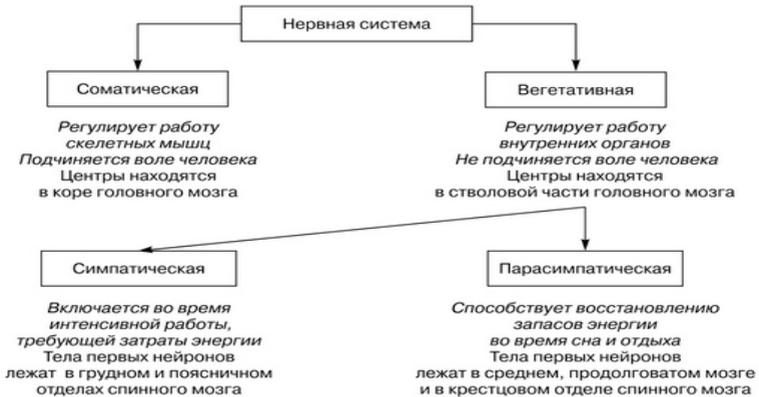


Рис.6 . Функциональное деление нервной системы

Значение нервной системы:

- объединяет органы и системы организма в единое целое;
- регулирует работу всех органов и систем организма;
- осуществляет связь организма с внешней средой и приспособление его к условиям среды;
- составляет материальную основу психической деятельности: речь, мышление, социальное поведение.

К **центральной нервной системе** относятся *головной и спинной мозг*.

К **периферической нервной системе** относятся *черепные нервы, спинномозговые нервы, ганглии*.



Рис. 7. Строение нервной системы

Центральная нервная система

Центральная нервная система (ЦНС) – это комплекс различных образований спинного и головного мозга, которые обеспечивают восприятие, переработку, хранение и воспроизведение информации, а также формирование адекватных реакций организма на изменения внешней и внутренней среды.

Функции центральной нервной системы

– **Интегративная:** организм человека представляет собой сложную высокоорганизованную систему, состоящую из функционально связанных между собой клеток, тканей, органов и их систем. Эту взаимосвязь, объединение различных составляющих организма в единое целое (интеграция), их согласованное функционирование обеспечивает центральная нервная система.

– **Координирующая:** функции различных органов и систем организма должны протекать согласованно, так как только при таком способе жизнедеятельности возможно поддерживать постоянство внутренней среды, равно как и успешно адаптировать к изменяющимся условиям окружающей среды. Координацию деятельности составляющих организм элементов осуществляет центральная нервная система.

– **Регулирующая:** центральная нервная система регулирует все процессы, протекающие в организме, поэтому при ее участии происходят наиболее адекватные изменения работы различных органов, направленные на обеспечение той или иной его деятельности.

– **Трофическая:** центральная нервная система осуществляет регуляцию трофики, интенсивности обменных процессов в тканях организма, что лежит в основе формирования реакций, адекватных происходящим изменениям во внутренней и внешней среде.

– **Приспособительная:** центральная нервная система осуществляет связь организма с внешней средой путем анализа и синтеза поступающей к ней разнообразной информации от сенсорных систем. Это дает возможность перестраивать деятельность различных органов и систем в соответствии с изменениями среды. Она выполняет функции регулятора поведения, необходимого в конкретных условиях существования. Это обеспечивает адекватное приспособление к окружающему миру.

– **Формирование ненаправленного поведения:** центральная нервная система формирует определенное поведение животного в соответствии с доминирующей потребностью.

Физиология центральной нервной системы

Структурным и функциональным элементом ЦНС являются *нейроны*. Это высокоспециализированные клетки организма, чрезвычайно различающиеся по своему строению и функциям. В ЦНС нет двух одинаковых нейронов. Мозг человека содержит 25 млрд. нейронов. В общем плане, все нейроны имеют тело – сому и отростки – дендриты и аксоны.

В основе деятельности нервной системы лежит рефлекс.

Рефлекс - это ответная реакция организма на раздражение из внешней или внутренней среды при участии центральной нервной системы.

Путь, по которому осуществляется рефлекс, называется *рефлекторная дуга* (рефлекторное кольцо). Звенья рефлекторной дуги: 1. рецептор 2. чувствительное волокно 3. рефлекторный центр 4. двигательное волокно 5. исполнительный орган



Рис. 8. Спинной мозг

И.П. Павлов разделил рефлексы на *безусловные* и *условные*.

Безусловные рефлексы – это постоянные, наследуемые реакции, закономерно возникающие в ответ на раздражения, имеющие непосредственное биологическое значение. *Условные рефлексы* – это рефлексы, вырабатываемые в течение индивидуальной жизни благодаря образованию временных нервных связей в коре больших полушарий.

Виды рефлексов

Безусловные	Условные
1. Врожденные, наследственно передающиеся реакции. 2. Рефлекторные центры находятся на уровне спинного мозга и в стволе головного. 3. Видоспецифичные.	1. Приобретенные в процессе жизнедеятельности, не наследуемые реакции организма. 2. Возникают на основе жизненного опыта организма. 3. Рефлекторные центры находятся в коре головного мозга. 4. Индивидуальные.
Пищевой, половой, оборонительный и пр.	Слюноотделение на запах пищи
Значение: помогают выживать, это применение «опыта предков» на практике	Значение: помогают приспособляться к меняющимся условиям внешней среды

Механизмы координации рефлексов. Рефлекторная реакция в большинстве случаев осуществляется не одной, а целой группой рефлекторных дуг и нервных центров. Координация рефлекторной деятельности – это такое взаимодействие нервных центров и проходящих по ним нервных импульсов, которое обеспечивает согласованную деятельность органов и систем организма.

Головной и спинной мозг образованы белым и серым веществом.

Серое вещество - это скопление тел нейронов. Функция серого вещества: 1. рефлекторная

Белое вещество – это скопление отростков нейронов. Функция белого вещества: 1. проводниковая

Спинальный мозг.

Длина 45 см Спинальный мозг находится в позвоночном канале. Нижняя граница спинного мозга расположена на уровне I- II поясничного позвонка. Спинальный мозг имеет сегментарное строение: 1. Шейный отдел – 8 сегментов 2. Грудной отдел – 12 сегментов 3. Поясничный отдел 5 сегментов 4. Крестцовый отдел 5 сегментов 5. Копчиковый отдел -1 сегмент Всего спинной мозг имеет 31 сегмент. От спинного мозга отходят корешки, образующие *спинномозговые нервы*. Спинальный мозг состоит из серого и белого вещества. Серое вещество находится внутри белого, на срезе напоминает бабочку.

Функции спинного мозга: 1. рефлекторная центры спинальных рефлексов, например: (коленный, ахиллов, непроизвольное мочеиспускание и т.д. ° в шейном отделе спинного мозга находится центр движения диафрагмы.(жизненно-важный центр) 2. проводниковая

Головной мозг

Головной мозг находится в полости черепа. Вес головного мозга в среднем 1350-1375 грамм.

Отделы головного мозга: 1. *Продолговатый мозг* 2. *Задний мозг* 3. *Средний мозг* 4. *Промежуточный мозг* 5. *Конечный мозг*

Части головного мозга: 1. *Стол головного мозга* 2. *Мозжечок* 3. *Большие полушария*



Рис.9. Головной мозг

Продолговатый мозг. Продолговатый мозг имеет форму усеченного конуса. Состоит из серого и белого вещества.

Функции: 1. Проводниковая 2. Рефлекторная В продолговатом мозге находятся центры: 1. Дыхательный 2. Сердечной деятельности 3. Сосудодвигательный 4. Безусловных пищеварительных рефлексов (слюноотделение, глотание, и т.д) 5. Защитных рефлексов (чихание, рвота, кашель)

Задний мозг Задний мозг состоит из: 1. *Мозгового моста* 2. *Мозжечка*.

Мозговой мост (варолиев) состоит в основном из белого вещества и выполняет, в основном, проводниковую функцию. Мозжечок расположен в задней черепной ямке.

Функции мозжечка: 1. Координация движения 2. Регуляция мышечного тонуса 3. Регуляция равновесия

Средний мозг. Средний мозг включает: 1. четверохолмие 2. ножки мозга

Функции: 1. Проводниковая 2. Рефлекторная а) регуляция тонуса скелетных мышц б) центры ориентировочных, слуховых и зрительных рефлексов.

Промежуточный мозг (Таламус). Промежуточный мозг включает: 1. таламус – зрительные бугры 2. эпителиум – надбугорная область 3. метаталамус – забугорная область 4. гипоталамус – подбугорная область. Зрительные бугры являются «коллекторами чувствительности», сопоставляют и оценивают поступающую информацию. Гипоталамус является центром вегетативной нервной системы, обеспечивает постоянство внутренней среды. В гипоталамусе находятся центры терморегуляции, жажды, страха, удовольствия и неудовольствия, гнева и т.д.

Конечный мозг (большие полушария или передний мозг): Конечный мозг состоит из 2-х полушарий, соединённых мозолистым телом. В каждом полушарии различают доли: 1. лобная 2. теменная 3. височная 4. затылочная 5. островок Доли отделяются друг от друга при помощи борозд (углубления в вещество мозга). На каждой доле имеются борозды и извилины разной величины и направления. Большие полушария состоят из серого и белого вещества.

Функции конечного мозга (больших полушарий): 1. обеспечивает сложное поведение 2. координация деятельности всех органов и систем 3. центры всех рецепторных систем расположены в больших полушариях а) зрительный центр в затылочной доле б) слуховой центр в височной доле в) зона кожной чувствительности в теменной доле г) двигательная зона коры в лобной доле.

Полушария играют разную функциональную роль. Впервые различия между полушариями описал в 1863 г. невропатолог Поль Брока, обнаруживший, что при опухолях левой лобной доли теряется способность к произношению речи. С помощью специальных тестов обнаружено, что функции полушарий отличаются. Например, если предмет находится в поле зрения правого глаза, т.е. зрительная информация поступает в левое полушарие, то такой больной может назвать его, описать его свойства, прочитать или написать текст. Если же предмет попадает в поле зрения левого глаза, то пациент даже не может назвать его и рассказать о нем. Он не может читать этим глазом. Таким образом, левое полушарие является доминирующим в отношении сознания, речи, счета, письма, абстрактного мышления, сложных произвольных движений. С другой стороны, хотя правое полушарие не имеет выраженных речевых функций, оно в определенной степени способно понимать речь и мыслить абстрактно. Но в значительно большей мере, чем левое, оно обладает механизмами сенсорного распознавания предметов, образной памяти. Восприятие музыки целиком является функцией правого полушария, т.е. правое полушарие отвечает за неречевые функции, как анализ сложных зрительных и слуховых образов, восприятия пространства, формы.

Каждое полушарие изолированно принимает, перерабатывает и хранит информацию. Они обладают собственными ощущениями, мыслями, эмоциональными оценками событий. Левое полушарие обрабатывает информацию аналитически, т.е. последовательно; а правое – одномоментно, интуитивно. Таким образом, полушария используют разные способы познания. Вся система образования в мире направлена на развитие левого полушария, т.е. абстрактного мышления, а не интуитивного. Несмотря на функциональную асимметрию, в норме полушария работают совместно, обеспечивая все процессы человеческой психики.

Пластичность коры

Некоторые ткани сохраняют способность к образованию новых клеток из клеток-предшественников в течении всей жизни. Это клетки печени, кожи, энтероциты. Нервные клетки не обладают такой способностью. Однако у них сохраняется способность к образованию новых отростков и синапсов, т.е. каждый нейрон способен при повреждении отростка образовывать новый. Наиболее высока пластичность нейронов коры. Любой ее нейрон запрограммирован на то, что при его повреждении он активно пытается восстановить утраченные связи. Каждый нейрон вовлечен в конкурентную борьбу с другими за образование синаптических контактов. Это служит основой пластичности нейронных корковых сетей. Пластичность коры проявляется как в нормальных условиях, например, при образовании новых межкортикальных связей в процессе обучения, так и при патологии. В частности, утраченные, при поражении участка коры, функции берут на себя ее соседние поля или другое полушарие. Даже при поражении обширных областей коры вследствие кровоизлияния, их функции

начинают выполнять соответствующие области противоположного полушария.

Желудочки головного мозга. Это полости, которые находятся в головном мозге. По выполняемой функции они являются местом образования и вместилищем цереброспинальной жидкости, а также частью ликворопроводящих путей.

Оболочки головного мозга. Головной мозг окружен тремя оболочками, которые являются продолжением оболочек спинного мозга. *Твердая оболочка* головного мозга одновременно является надкостницей внутренней поверхности костей черепа, с которыми связана непрочно. *Паутинная оболочка* головного мозга расположена внутри от твердой мозговой оболочки и отделяется от нее пространством. От мягкой оболочки паутинная отделена подпаутинным пространством, в котором содержится спинномозговая жидкость. *Мягкая (сосудистая) оболочка* — самая внутренняя оболочка мозга. Она плотно прилегает к поверхности мозга, заходит во все щели и борозды. Состоит из рыхлой соединительной ткани, в толще которой находятся кровеносные сосуды, обеспечивающие питание мозга. В некоторых местах сосудистая оболочка образует сосудистые сплетения, вырабатывающие *спинномозговую жидкость*.

Спинномозговая жидкость — жидкая биологическая среда организма, которая циркулирует в желудочках головного мозга. Она выполняет в ЦНС защитно-трофическую функцию, участвует в метаболизме мозга и др. Общий объем спинномозговой жидкости у взрослого человека составляет в среднем 140 мл. Обновление ее происходит примерно 4—8 раз в сутки и зависит от питания, водного режима, физической нагрузки и др. Химический состав спинномозговой жидкости сходен с составом сыворотки крови, она содержит органические и неорганические вещества, которые принимают участие в метаболизме мозга. При различных патологических процессах в ЦНС возможны изменения давления жидкости, ее свойств и состава, которые отражают то или иное заболевание.

Периферическая нервная система

К периферической нервной системе относятся 12 пар черепных нервов и 31 пара спинномозговых нервов.

Спинномозговые нервы. Спинномозговые нервы - это нервы, отходящие от спинного мозга. Спинномозговых нервов 31 пара, все спинномозговые нервы по функции смешанные. Спинномозговые нервы образуются при слиянии передних (двигательных) и задних (чувствительных) корешков спинного мозга. Спинномозговые нервы иннервируют скелетные мышцы и кожу туловища и конечностей.

Черепные нервы Черепные нервы – это нервы, отходящие от головного мозга. Черепных нервов 12 пар. По функциям делятся на 3 группы. 1. чувствительные 2. двигательные 3. Смешанные.

Вегетативная нервная система.

Состоит из 2х отделов: 1. *симпатический* 2. *парасимпатический*

В каждом отделе различают: 1. *центральную часть* 2. *периферическую часть*

Структурно-функциональные особенности вегетативной нервной системы

Все функции организма условно делят на соматические и вегетативные. Первые связаны с деятельностью мышечной системы, вторые выполняются внутренними органами, кровеносными сосудами, кровью, железами внутренней секреции и т.д. Однако это деление условно, так как такая вегетативная функция, как обмен веществ, присуща скелетным мышцам. С другой стороны, двигательная активность сопровождается изменением функций внутренних органов, сосудов, желез.

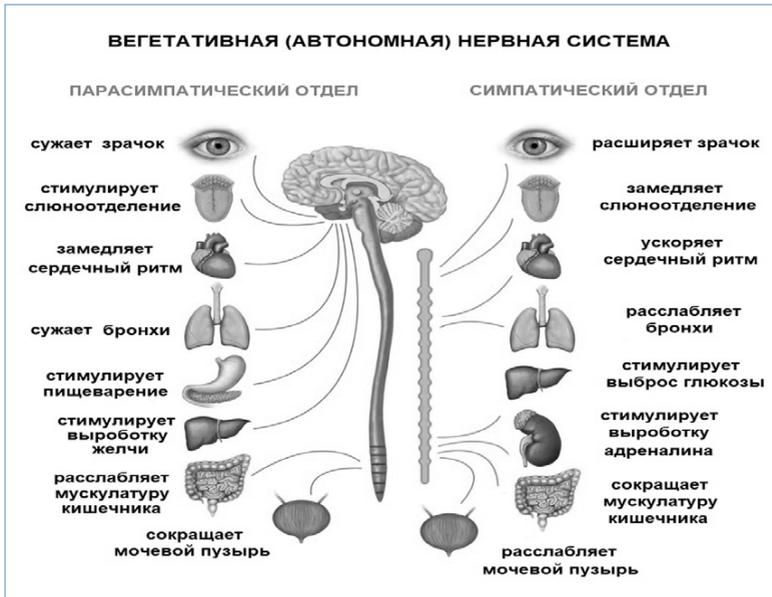


Рис. 10. Вегетативная нервная система

Вегетативной нервной системой называют совокупность нервных клеток спинного, головного мозга и вегетативных ганглиев, которые иннервируют внутренние органы и сосуды.

Высшие центры регуляции вегетативных функций находятся в гипоталамусе. Однако, на вегетативные центры влияет и кора больших полушарий. Это влияние определяется лимбической системой и центрами гипоталамуса. Многие внутренние органы имеют двойную, т.е. симпатическую и парасимпатическую иннервацию. Это сердце, органы ЖКТ, малого таза и другие. В этом случае влияние отделов вегетативной нервной системы носит антагонистический характер. Например, симпатические нервы усиливают работу сердца, тормозят моторику органов пищеварения, сокращают сфинктеры выводных протоков пищеварительных желез и расслабляют мочевой пузырь. Парасимпатические нервы влияют на функции этих органов противоположным образом.

Лимбическая система (от лат. *limbus* — граница, край) — совокупность ряда структур головного мозга, расположенных на обеих сторонах таламуса, непосредственно под конечным мозгом. В связи с тем, что лимбическая система воспринимает большое количество информации от внутренних органов, она получила второе название — «висцеральный мозг». К лимбической системе относятся наиболее древняя часть коры головного мозга, расположенная на внутренней стороне больших полушарий. Окутывает верхнюю часть ствола головного мозга, будто поясом, и образует его край (лимб). Это не отдельная система, но скопление структур из конечного мозга, промежуточного мозга (диэнцефалона), и среднего мозга (мезэнцефалона).

Лимбической эта система структур мозга называется, потому что они образуют кольцо (лимб) на границе ствола мозга и новой коры. Структуры лимбической системы имеют многочисленные двусторонние связи между собой, а также с лобными, височными долями коры и гипоталамусом.

Благодаря этим связям она регулирует и выполняет следующие функции:

1. Регуляция вегетативных функций и поддержание гомеостаза. Лимбическую систему называют висцеральным мозгом, так как она осуществляет тонкую регуляцию функций органов кровообращения, дыхания, пищеварения, обмен веществ и т.д. Особое значение лимбической

системы состоит в том, что она реагирует на небольшие отклонения параметров гомеостаза. Она влияет на эти функции через вегетативные центры гипоталамуса и гипофиз.

2. Формирование эмоций. При операциях на мозге было установлено, что раздражение миндалевидного ядра вызывает появление у пациентов беспричинных эмоций страха, гнева, ярости. При удалении миндалевидного ядра у животных, полностью исчезает агрессивное поведение (психохирургия). Раздражение некоторых зон поясной извилины ведет к возникновению немотивированной радости или грусти. А так как лимбическая система участвует и в регуляции функций висцеральных систем, то все вегетативные реакции, возникающие при эмоциях (изменение работы сердца, кровяного давления, потоотделения), также осуществляются ею.

3. Формирование мотиваций. Лимбическая система участвует в возникновении и организации направленности мотиваций. Миндалевидное ядро регулирует пищевую мотивацию. Некоторые его области тормозят активность центра насыщения и стимулируют центр голода гипоталамуса. Другие действуют противоположным образом. За счет этих центров пищевой мотивации миндалевидного ядра формируется поведение на вкусную и невкусную пищу. В нем же есть отделы, регулирующие половую мотивацию. При их раздражении возникает гиперсексуальность и выраженная половая мотивация.

4. Участие в механизмах памяти. В механизмах запоминания особая роль принадлежит гиппокампу. Во-первых, он классифицирует и кодирует всю информацию, которая должна быть заложена в долговременной памяти. Во-вторых, обеспечивает извлечение и воспроизведение нужной информации в конкретный момент. Предполагают, что способность к обучению определяется врожденной активностью соответствующих нейронов гиппокампа.

В связи с тем, что лимбической системе принадлежит важная роль в формировании мотиваций и эмоций, при нарушениях ее функций возникают изменения психоэмоциональной сферы. В частности, состояние тревожности и двигательного возбуждения. В этом случае назначают транквилизаторы, тормозящие образование и выделение в межнейронных синапсах лимбической системы серотонина.

Физиология высшей нервной деятельности.

Виды высшей нервной деятельности

На основании изучения условных рефлексов и оценке внешнего поведения животных И. П. Павлов выделил 4 типа высшей нервной деятельности. В основу своей классификации он положил 3 показателя процессов возбуждения и торможения: **силу, уравновешенность и подвижность**. Сила процессов возбуждения определялась по скорости выработки условных рефлексов, а торможения по скорости формирования дифференцированного торможения. Подвижность оценивалась по скорости изменения безусловно-рефлекторной реакции на раздражитель. Уравновешенность по соотношению силы возбуждения и торможения.

1. Сильный неуравновешенный тип с преобладанием возбуждения. Павлов назвал его безудержным. У представителей этого типа быстро вырабатываются возбуждающие условные рефлексы и медленно тормозные. При этом тормозные рефлексы нестойкие. Люди с этим типом высшей нервной деятельности легко возбуждаются, неуравновешенны, часто агрессивны, довольно трудно поддаются воспитанию. По классификации темпераментов Гиппократы – холерик.

2. Сильный уравновешенный подвижный тип, иначе живой. У этого типа легко вырабатываются и возбуждающие и тормозные условные рефлексы, те и другие устойчивы. Возбуждение быстро сменяется торможением и наоборот. Такие люди активны, имеют самообладание, хорошо ориентируются в любой обстановке. Этот тип соответствует сангвинику Гиппократы.

3. Сильный уравновешенный с низкой подвижностью нервных процессов. У представителей этого типа достаточно легко вырабатываются возбуждающие и тормозные рефлексы, но возбуждение медленно сменяется торможением и наоборот. Эти люди легко сдерживают

любые эмоции, порывы, но медлительны в принятии решений. По Гиппократу соответствует флегматику.

4. Слабый тип. Меланхолик. Возбуждающие рефлексы вырабатываются с трудом, нестойкие. Тормозные – легко и являются стойкими. Такие люди нерешительны, слабовольны, подозрительны, у них преобладает угнетенное настроение.

Поведение человека во многом обусловлено врожденными свойствами высшей нервной деятельности. Этим четырем типам темперамента соответствует четыре типа поведения. При этом темперамент определяется генотипом. Однако он обеспечивает лишь активность поведения. На его направленность преимущественное влияние оказывает окружающая климатическая и социальная среда, т.е. поведение в значительной мере зависит от воспитания, обучения, окружающих условий и т.д.

В настоящее время установлено, в чистом виде эти 4 типа высшей нервной деятельности практически не встречаются. Более того, их значительно больше. Поэтому выделяют различные свойства темперамента. Это тревожность, эмоциональная возбудимость, пластичность и др. Однако большинство ученых признает две базисных характеристики поведения: **общая активность и эмоциональность**.

Активность - это выраженность поведения. Она определяет силу и скорость деятельности нервной системы. Активность может быть измерена с помощью электроэнцефалографии.

Эмоциональность оценивается специальными тестами-опросниками (Спилбергера, Айзенка и т.д.), а также по показателям вегетативных реакций и электроэнцефалограмме.

Темперамент влияет на течение заболеваний. Особенно у нервно-психических. Установлено, что более тяжело они протекают у лиц со слабым типом высшей нервной деятельности.

Сигнальные системы. Функции речи. Речевые функции полушарий

По И. П. Павлову взаимодействие организма с внешней средой осуществляется посредством раздражителей или сигналов. В зависимости от характера, действующих на организм сигналов, он выделил две сигнальные системы.

Первой сигнальной системой он назвал систему анализа и синтеза натуральных, т.е. природных раздражителей. Этими сигналами являются тепло и холод, запахи, вкус, цвет предметов и т.д. На основе сигналов первой сигнальной системы формируются ее условные рефлексы. Пример условного рефлекса первой сигнальной системы – слюноотделение на вид и запах пищи. Первая сигнальная система информирует организм о воздействии конкретного полезного или вредного стимула. У человека условные рефлексы первой сигнальной системы составляют физиологическую основу элементарного поведения и предметного мышления (огонь - горячий). Она функционирует у него изолированно лишь в течение первых 6 месяцев жизни. Первая сигнальная система человека более совершенна, чем животных.

Вторая сигнальная система – это система условных рефлексов на абстрактный раздражитель, которым является *слово* слышимое, видимое и произносимое мысленно. Она формировалась в процессе эволюции человека на основе труда и воспитания.

Слово является для человека таким же раздражителем, как и конкретные явления и предметы окружающего мира, т.е. оно является сигналом сигналов, так как обозначает натуральные раздражители.

Все языки делятся на первичные и вторичные. К первичным относится определенное поведение и сопровождающие его реакции. Это мимика, поза, жестикуляция. Это простейшие сигналы. Первичные языки отражают действительность в виде ощущений, восприятий, представлений. В результате вторичных языков выделяют две стадии:

Стадия А. Она функционирует и у животных и у человека. Возникающие на этой стадии сложные формы обобщения являются довербальными.

Стадия В. На ней формируются обобщения в словесной форме.

Таким образом первичные языки и стадия А вторичных является функцией первой сигнальной системы. Стадия В – функцией второй.

Язык это определенная система знаков и правил их образования. Основание языка возможно лишь только в процессе обучения. Критическим периодом основания первого языка является 10 лет (Маугли).

Функции речи:

1. *Коммуникативная функция.* Заключается в общении людей посредством языка. Она подразделяется на функцию сообщения и функцию побуждения к действию. Язык значительно увеличивает возможности человека для приспособления к условиям окружающей среды, так как информация в словесной форме передается от индивидуума к индивидууму и от поколения к поколению. Поэтому речь ускоряет эволюцию человека.

2. *Регулирующая функция.* Состоит в регуляции поведения других людей и собственного поведения посредством внутренней речи.

3. *Программирующая функция.* Заключается в предварительном построении схемы будущего высказывания и перехода этой системы к воспроизведению высказывания.

Речь обладает двумя независимыми переменными параметрами – высотой и фонемным составом. Механизмы регулирующие высоту речи называются фонацией. Фонация обеспечивается гортанью. В первую очередь напряжением голосовых связок. Механизмы формирующие фонемную структуру речи называются артикуляцией. Артикуляция обеспечивается соответствующим положением губ, языка, неба. Основной психоакустической характеристикой речи является ее разборчивость. Максимальной степенью разборчивости является фразовая, минимальной – слоговая. У большинства правшей и левшей речевые функции выполняет левое полушарие.

Передним отделом речевой зоны коры является центр Брока, т.е. *двигательный центр речи*. Он расположен в третьей лобной извилине левого полушария. При его поражениях нарушается способность к осмысленному высказыванию. Это состояние называется *моторной афазией*. Наблюдается несколько ее форм. Если человек не может произнести развернутую речь, но может читать вслух или повторять за кем-либо предложения, это называется динамической афазией. Когда нарушается фонация и артикуляция, то такое состояние носит название *парадигматической афазии*. Следовательно, передний отдел речевой зоны обеспечивает программирующую функцию речи. Больные понимают дефекты своей речи, поэтому говорят мало и с трудом. Задним отделом речевой зоны является центр Верника, находящийся в верхней височной извилине левого полушария. При поражениях этого центра нарушается понимание речи, т.е. возникает *сенсорная афазия*. Речь таких людей беглая, но бессмысленная. Кроме того, в этом случае могут наблюдаться оптико-мнестическая и акустико-мнестическая афазия. Это ухудшение зрительной и слуховой речевой памяти.

Мышление и сознание

Мышление – это процесс познавательной деятельности человека, проявляющийся обобщенным отражением явлений внешнего мира и своих внутренних переживаний. Сущность мышления состоит в способности мысленно моделировать события в любой временной направленности.

Мышление имеет 2 аспекта: распознавание, т.е. принятие решения и устойчивая стадия выполнения поставленной задачи. Формирование мышления начинается между первым и вторым годами. Этот процесс состоит в построении сенсорных схем, т.е. образовании связей сенсорной информации и двигательными действиями. Раньше всего создаются сенсомоторные схемы ходьбы и речи. В период с 2 до 7 лет идет первая фаза формирования человеческого мышления. Она проявляется способностью мысленно осуществлять какие-либо действия и ребенок приобретает способность прогнозировать результаты определенных действий. В то же время действие пока еще остается основным элементом мышления (птица то, что летает). С 7 до 10 лет протекает вторая фаза. Возникает способность к логическому рассуждению и построению достаточно сложных умозаключений. В возрасте 11-15 лет идет 3 фаза. Мозг приобретает способность к сложным абстракциям, оценке гипотез.

Выделяют 3 формы мышления: *наглядно-действенную, образную и абстрактно-*

логическую или вербальную. Наглядно-действенная форма проявляется в результате действий. Слово имеет лишь вспомогательное значение. Образное мышление это оперирование образами. Наибольшее значение оно имеет у детей 6-8 лет. Абстрактно-логическое мышление использует понятия, суждения, умозаключения построенными с помощью абстрактных символов – слов, формул и т.д. Оно возможно лишь при наличии речи. Этот вид мышления наиболее эффективен при достаточном объеме накопленной памятью информации.

Первая фаза мышления, т.е. стратегия решения задач осуществляется *нейронами теменно-затылочных, височных и лобных областей коры, а также лимбическими структурами.* Этот процесс в основном происходит в ассоциативных нейронах коры. В них обрабатывается сенсорная информация и информация из памяти. В решении задач главная роль принадлежит ассоциативным нейронам лобных областей.

Полушария выполняют разные *мыслительные функции.* Каждое полушарие обладает собственными ощущениями, восприятием, мыслями, воспоминаниями, эмоциональной оценкой событий. В определенном смысле каждое полушарие имеет собственное мышление. Правое обеспечивает наглядно-действенное и образное мышление. Левое абстрактно-логическое. Однако в целом процессы мышления осуществляются согласованно.

При психической патологии наблюдается нарушение мышления. Это навязчивые, сверхценные и бредовые идеи. В соматической клинике достаточно часто встречается ипохондрический синдром, когда пациент уверен в наличии у него тяжелого заболевания (кацерофобия, кардиофобия, софилофобия и т.д.).

Сознание - это высший уровень психического отражения действительности, присущий человеку как общественно-историческому существу. Иметь сознание, это иметь возможность осознавать себя как личность, анализировать свою психическую деятельность, а также передать свое знание другой личности. Наиболее общепринятой является вербальная теория сознания. Она доказывается нейрофизиологическими исследованиями людей, выходящих из коматозного состояния. На первой стадии человек открывает глаза. На второй – фиксирует взгляд на знакомых лицах. На третьей начинает понимать речь окружающих, а на четвертой начинает говорить сам. Нормальные α и β -ритмы ЭЭГ восстанавливаются лишь с началом третьей стадии. К сознанию можно отнести и 2 неосознаваемых психических процесса (П. В. Симонов):

1. Подсознание. В него входит все то, что уже было осознано и закреплено в памяти. Поэтому может быть осознано вновь при определенных условиях. К подсознательному относятся автоматизированные навыки, этические и эстетические нормы.

2. Сверхсознание или интуиция. Им объясняются процессы творчества не контролируемые сознанием. Поэтому сверхсознание является источником озарений и открытий. Нейрофизиологической основой сверхсознания является актуализация определенных следов памяти, их сложная комбинация и сознание совершенно новых связей.

Сознательное восприятие осуществляется нейронами сенсорных зон коры. От них нервные импульсы идут к ассоциативным нейронам. К ним же поступает информация и из памяти. В результате взаимодействия этих сигналов формируется осознанное восприятие. Активность сознания возрастает под влиянием ретикулярной формации. Конечным звеном сознательного акта реализуется действие, проявляющееся движением.

Мотивации. Классификация. Механизмы возникновения.

Потребность – это нужда, которую использует организм и которую стремится удовлетворить посредством целенаправленного поведения. Все потребности человека можно разделить на следующие группы:

1. Биологические (пищевые, половые и др.). В чистом виде у человека не встречаются (исключение – дебилы, имбецилы).

2. Социальные. Желание принадлежать к определенной социальной группе, исполнять нравственные, эстетические и юридические нормы.

3. Идеальные. Потребности познания и т.д.

Мотивацией называется эмоционально окрашенное состояние, возникающее в результате

определенной потребности, которое формирует поведение, направленное на удовлетворение этой потребности (К. В. Судаков).

В зависимости от потребности, которая вызвала возникновение мотивации, все они разделяются на биологические, социальные и идеальные. Биологические мотивации делятся на пищевую, питьевую, половую, оборонительную и т.д.

Мотивационное возбуждение обладает свойствами доминанты:

1. Оно инертно, т.е. длительно сохраняется, пока не будет удовлетворена вызвавшая его потребность.

2. Все посторонние раздражители благодаря суммации только усиливают мотивационное возбуждение.

3. Очаг мотивационного возбуждения подавляет все другие очаги и подчиняет себе все отделы ЦНС.

4. При мотивационном возбуждении возрастает возбудимость тех отделов мозга, которые ответственны за возникновение мотивации.

5. Благодаря принципу доминанты А. А. Ухтомского в каждый конкретный момент времени поведение организма определяется той мотивацией, которая обеспечивает наилучшую адаптацию организма к условиям среды. После завершения одного мотивированного поведения, в организме возникает следующая по биологической и социальной значимости мотивация. Пример: биологическая (пищевая) – социальная – идеальная.

Все мотивации, независимо от вызвавшей их потребности, вызывают одинаковые изменения функций организма:

1. Усиливается двигательная активность. Пример: страх, голод, жажда, любопытство, половое влечение. Исключение – пассивный страх (замирание).

2. Возрастает тонус симпатической нервной системы. В результате этого учащается сердцебиение, повышается артериальное давление, усиливается дыхание и т.д.

3. Повышается чувствительность анализаторов, т.е. снижаются пороги раздражения рецепторов, улучшается проведение сигналов по нервным путям, анализ и синтез в коре. Это объясняется активацией ретикулярной формации и симпатической нервной системы.

4. Происходит избирательная активация памяти, что необходимо для успешного выполнения соответствующего поведения. Например, при голоде активизируются одни следы памяти, при страхе – другие.

5. Возникают эмоциональные переживания. Например отрицательных при страхе, голоде, жажде. Положительных при удовлетворении потребности.

В экспериментах на животных установлено, что пищевая, питьевая, оборонительная мотивации осуществляются задней областью гипоталамуса, где находятся центры голода и насыщения, жажды и т.д. В центрах голода и насыщения имеются нейроны, которые возбуждаются при недостатке или избытке глюкозы и жирных кислот в крови. Кроме гипоталамуса, где находятся низшие центры мотивации, в их формировании важная роль принадлежит структурам лимбической системы. В частности миндалевидное ядро координирует активность центров голода и насыщения и формирует поведение на вкусную и невкусную пищу. Предполагают, что это же ядро обеспечивает выделение доминирующей мотивации.

Важная роль в формировании мотиваций принадлежит некоторым гормонам. Они, выделяются в кровь, поступают в спинномозговую жидкость и регулируют чувствительность нейронов мотивационных центров к нейромедиаторам. Особое значение имеют такие гормоны, как гастрин, холецистокинин, вещество Р. Гастрин стимулирует нейроны центра голода, а холецистокинин-панкреазин тормозит их. В результате нарушения межнейронных связей или нейрохимических процессов возникают патологические изменения мотиваций. В частности известны нарушения пищевой мотивации (абулия и булимия), половой мотивации (сексуальные переверзии) и т.д. В связи с тесными взаимосвязями мотивационных и эмотвных механизмов, нарушение мотиваций сопровождается эмоциональными перестройками. Таким образом, эмоции и мотивации являются базисными нервно-психическими процессами человека, которые

определяют его целенаправленное поведение. При этом их нарушения ведут не только к изменениям поведения, но и к расстройствам сомато-висцеральных функций.

Память и ее значение в формировании приспособительных реакций.

Огромное значение для индивидуального поведения имеют обучение и память. Выделяют генотипическую или врожденную память и фенотипическую, т.е. приобретенную память. Генотипическая память является основой безусловных рефлексов и инстинктов. Фенотипическая память хранит информацию, поступающую в процессе индивидуальной жизни. Приобретенная память имеет 2 формы: чувственную – образную и логическую – смысловую. Первая формируется в результате действия на анализаторы натуральных раздражителей (запах, вкус, цвет и т.д.), вторая – на основе абстрактных понятий (слово, формулы и т.д.). Чувственно-образную память делят по характеру раздражителей на зрительную, слуховую, вкусовую и т.д. Обе формы памяти постоянно взаимодействуют образуя сложные ассоциации (например, название цветка ассоциируется с его внешним видом, запахом). Процесс запоминания происходит в четыре этапа:

1. Сенсорная память. В ней происходит кратковременное удержание сенсорной, т.е. поступающей в органы чувств информации. На этом этапе информация хранится доли секунд. В это время происходит анализ сигналов и большая часть информации переходит в кратковременную память, меньшую – сразу в промежуточную или долговременную.

2. Кратковременная память. Здесь информация находится до нескольких минут. Не нужная информация отсюда удаляется, а имеющая значение, переходит в промежуточную память.

3. Промежуточная память. В ней информация может храниться от нескольких десятков минут до нескольких лет. Неречевая информация из сенсорной памяти может сразу переходить в промежуточную память (инпринтинг - запечатлевание). Речевая же обязательно поступает через кратковременную память в промежуточную. Причем словесная информация закрепляется в ней лишь после нескольких повторений.

4. долговременная память. В нее информация переходит из промежуточной. Причем этот переход происходит во время быстрого сна.

Первый этап запоминания, т.е. сенсорная память, является результатом возникновения нервных импульсов в периферических рецепторах, их распространения по проводящим путям в корковый отдел анализатора и процессов высшего синтеза в коре. Кратковременная память обусловлена поступлением нервных импульсов в гиппокамп, где выделяется главная и отбрасывается ненужная информация. После этого информация поступает в замкнутые нейронные сети, где происходит циркуляция или ревербация нервных импульсов. Переход информации в промежуточную и долговременную память происходит в коре полушарий на основе более тонких механизмов. Следы памяти в нейронных цепях коры формируются в результате двух процессов:

1. За счет усиления или потенции нервных импульсов в межнейронных синапсах. Потенциация происходит в результате увеличения количества выделяемого нейромедиатора и числа постсинаптических рецепторов.

2. Благодаря структурным изменениям мембран и органелл нейронов. Эти изменения синаптической передачи и мембран являются следствием предшествующей ревербации.

Данными процессами обеспечивается промежуточная и долговременная память. Кроме того предложены другие теории долговременной памяти.

1. Химическая теория. В ее основе лежат опыты с «транспортом памяти» (обучение животных – введение экстракта их мозга необученным животным, опыты со скотофобинном). Согласно этой теории информация хранится в специальных белках синтезируемых нейронами.

2. Теория хранения энграммы в ДНК. Предполагают, что ДНК программирует необходимые изменения структуры и свойств синапсов и таким образом обеспечивает перестройку нейронных цепей в процессе запоминания.

Нарушения памяти

1. Ретроградная амнезия – утрата способности мозга к извлечению информации,

поступившей в мозг до момента экстремального воздействия на него, потеря информации, накопленной до травмы головного мозга или сильного опьянения. Под гипнозом эту информацию можно извлечь.

2. Антеретроградная амнезия – неспособность к запоминанию новой информации. В клинике синдром Корсакова. Память на отдельные события сохраняется, а недавние быстро забываются (хронический алкоголизм, поражения гиппокампа).

Физиология эмоций.

Эмоции – это психические реакции, отражающие субъективное отношение индивида к объективным явлениям. Эмоции возникают в составе мотивации и играют важную роль в формировании поведения. Выделяют 3 вида эмоциональных состояний (А. Н. Леонтьев):

1. Аффекты – сильные, кратковременные эмоции, возникающие на уже имеющуюся ситуацию. Страх, ужас при непосредственной угрозе жизни.

2. Собственно эмоции – длительное состояние, отражающее отношение индивида к изменившейся или ожидаемой ситуации. Печаль, тревога, радость.

3. Предметные чувства – постоянные эмоции, связанные с каким-либо объектом (чувство любви к конкретному человеку и т.д.).

Функции эмоций:

1. Оценочная. Она позволяет быстро оценить возникающую потребность и возможность ее удовлетворения. Например, при чувстве голода человек не подсчитывает калорийность имеющейся пищи, содержание в ней белков, жиров, углеводов, а просто ест в соответствии с интенсивностью чувства голода, т.е. интенсивностью соответствующей эмоции.

2. Побуждающая. Эмоции стимулируют целенаправленное поведение. Например, отрицательные эмоции при голоде стимулируют пищедобывающее поведение.

3. Подкрепляющая. Эмоции стимулируют запоминание и обучение. Например, положительные эмоции при материальном подкреплении обучения.

4. Коммуникативная. Состоит в передаче своих переживаний другим индивидам. Эмоции передаются с помощью мимики, а не мысли.

Эмоции выражаются определенными двигательными и вегетативными реакциями. Например, при определенных эмоциях возникает соответствующая мимика, жестикуляция. Возрастает тонус скелетных мышц. Изменяется голос. Учащается сердцебиение, повышается артериальное давление. Это объясняется возбуждением двигательных центров, центров симпатической нервной системы и выбросом адреналина из надпочечников (полиграфия).

Основное значение в формировании эмоций принадлежит гипоталамусу и лимбической системе. Особенно миндалевидному ядру. При его удалении у животных механизмы эмоций нарушаются. При раздражении миндалевидного ядра у человека страх, ярость, гнев. У человека важное значение в формировании эмоций принадлежит лобной и височной областям коры. Например, при повреждении лобных областей возникает эмоциональная тупость. Неодинаково и значение полушарий. При временном выключении левого полушария возникают отрицательные эмоции – настроение становится пессимистичным. При выключении правого – возникает противоположное настроение. Установлено, что первоначально чувство благодушия, беспечности, легкости при употреблении алкоголя объясняется его воздействием на правое полушарие. Последующее ухудшение настроения, агрессивность, раздражительность обусловлено действием алкоголя на левое полушарие. Поэтому у людей с недостаточно развитым левым полушарием алкоголь практически сразу вызывает агрессивное поведение. У здоровых людей эмоциональное преобладание правого полушария проявляется мнительностью, повышенной тревожностью. При доминантности левого – этих явлений нет (тест эмоциональной асимметрии мозга - юмор).

Важное значение в возникновении эмоций принадлежит балансу нейромедиаторов. Например, если в мозге возрастает содержание серотонина, настроение улучшается, при его недостатке наблюдаются депрессии. Такая же картина наблюдается при недостатке или избытке норадреналина. Обнаружено, что у самоубийц значительно снижено содержание этих

нейромедиаторов в мозге.

Стресс, его физиологическое значение.

Функциональным состоянием называется тот уровень активности организма, при котором выполняется та или иная его деятельность. Низшими уровнями функционального состояния являются кома, затем сон. Высшим - агрессивно-оборонительное поведение.

Одной из разновидностей функциональных состояний является стресс. Учение о стрессе создал канадский физиолог Ганс Селье.

***Стресс** – это функциональное состояние, с помощью которого организм реагирует на экстремальные воздействия, угрожающие его существованию, его физическому или психическому здоровью.*

Поэтому основной биологической функцией стресса является адаптация организма к действию стрессового фактора или стрессора. Различают следующие виды стрессоров:

1. Физиологические. Они оказывают непосредственное воздействие на организм. Это болевой, тепловой, голодовой и другие раздражители.
2. Психологические. Словесные стимулы, сигнализирующие об имеющихся или будущих вредных воздействиях.

В соответствии с видом стрессоров выделяют следующие разновидности стресса.

1. Физиологический. Например, гипертермия.
2. Психологический. Выделяют две его формы:
 - а) Информационный стресс – возникает при информационных перегрузках, когда человек не успевает принимать правильные решения.
 - б) Эмоциональный стресс. Возникает в ситуациях обиды, угрозы, неудовлетворительности.

Селье называл стресс общим адаптационным синдромом, так как считал, что любой стрессор запускает неспецифические адаптационные механизмы организма. Эти адаптационные процессы проявляются триадой стресса:

1. Повышается активность коркового слоя надпочечников.
2. Уменьшается вилочковая железа.
3. Появляются язвы на слизистой оболочке желудка и кишечника.

Выделяют 3 стадии стресса:

1. Стадия тревоги. Она заключается в мобилизации адаптационных возможностей организма, но затем сопротивляемость стрессора падает и возникает триада стресса. Если адаптационные возможности организма истощаются, наступает смерть.

2. Стадия сопротивления. Эта стадия начинается, если сила стрессора соответствует адаптационным возможностям организма. Уровень его сопротивляемости растет и становится значительно больше нормы.

3. Стадия истощения. Развивается при длительном действии стрессора, когда возможности адаптации истощаются. Человек погибает.

Возникновение стресса обусловлено возбуждением коры больших полушарий. Она в свою очередь стимулирует активность центров гипоталамуса, а через него симпатическую нервную систему, гипофиз и надпочечники. Первоначально усиливается выработка катехоламинов надпочечниками, а затем кортикостероидов, стимулирующих защитные функции организма. Когда функции коркового слоя угнетаются развивается 3 стадия стресса.

Эмоциональный стресс ухудшает целенаправленную деятельность человека, так как отрицательно влияет на процессы памяти, мышления. Способствует возникновению навязчивых мыслей. Он провоцирует развитие психосоматических заболеваний. В частности соматизированной депрессии, которая проявляется астенией, кардиофобией, канцерофобией и т.д. Со стрессом во многом связаны такие соматические заболевания, как гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки. Поэтому профилактика стрессовых состояний является и профилактикой этих болезней. Однако существование организма без умеренного стресса также невозможно.

Адаптация, ее виды и периоды

Адаптация – это приспособление строения, функций органов и организма в целом, а также популяции живых существ к изменениям окружающей среды.

Различают генотипическую и фенотипическую адаптацию. В основе первой лежат механизмы мутации, изменчивости, естественного отбора. Они явились причиной формирования современных видов животных и растений.

Фенотипическая адаптация – это процесс, протекающий в течение индивидуальной жизни. В результате него организм приобретает устойчивость к какому-либо фактору внешней среды. Это позволяет ему существовать в условиях значительно отличающихся от нормальных. В физиологии и медицине это также процесс сохранения нормального функционального состояния гомеостатических систем, которые обеспечивают развитие, сохранение нормальной работоспособности и жизнедеятельности человека в экстремальных условиях. Выделяют также сложные и перекрестные адаптации. Сложные адаптации возникают в естественных условиях, например к условиям определенных климатических зон, когда организм человека подвергается влиянию комплекса патогенных факторов (на Севере низкая температура, пониженное атмосферное давление, изменение длительности светового дня и т.д.). Перекрестные или кросс-адаптация - это адаптация, при которых развитие устойчивости к одному фактору, повышает резистентность к сопутствующему.

Существует два типа адаптивных приспособительных реакций. Первый тип называется пассивным. Эти реакции проявляются на клеточно-тканевом уровне и заключается в формировании определенной степени устойчивости или толерантности к изменениям интенсивности действия какого-либо патогенного фактора внешней среды, например, пониженного атмосферного давления. Это позволяет сохранять нормальную физиологическую активность организма при умеренных колебаниях интенсивности данного фактора. Второй тип приспособления – активный. Этот тип заключается в активации специфических адаптивных механизмов. В последнем случае адаптация идет по резистентному типу, т.е. за счет активного сопротивления воздействия.

В процессе адаптации выделяют два этапа: **срочный и долговременный**. Первый, начальный, обеспечивает несовершенную адаптацию. Он начинается с момента действия раздражителей и осуществляется на основе имеющихся функциональных механизмов (например, усиление теплопродукции при охлаждении). Долговременный этап адаптации развивается постепенно, в результате длительного или многократного воздействия фактора внешней среды. В его основе лежит многократная активация механизмов срочной адаптации и постепенное накопление структурных перестроек. Примером долговременной адаптации является изменения механизмов теплообразования и теплоотдачи в холодных климатических условиях. Базисом фенотипической является комплекс последовательных морфофизиологических перестроек, направленных на сохранение постоянства внутренней среды.

Основным звеном в механизмах адаптации являются связи физиологических функций с генетическим аппаратом клеток. Под действием экстремального фактора среды происходит увеличение нагрузки на функциональную систему. Это ведет к усилению синтеза нуклеиновых кислот и белков в клетках органов, входящих в систему. В результате в них формируется структурный след адаптации. Активизируются аппараты этих клеток, выполняющие базисные функции: энергетический обмен, трансмембранный транспорт, сигнализацию. Именно этот структурный след является основой долговременной фенотипической адаптации.

Однако адаптационные механизмы позволяют компенсировать изменения фактора среды в определенных пределах и определенное время. В результате воздействия на организм факторов, превышающих возможности адаптационных механизмов, развивается дизадаптация. Она приводит к дисфункции систем организма. Следовательно, происходит переход адаптационной реакции в патологическую – болезнь. Примером болезни дизадаптации является сердечно-сосудистые заболевания у не коренных жителей Севера.

Исследования П.И. Егорова в 1937 году показали, что влияние пониженного парциального давления кислорода осуществляется тремя путями: 1) рефлекторно, 2) непосредственно на ЦНС, в том числе на центры регуляции дыхания и сердечно-сосудистой системы, 3) на периферические органы и ткани. Организм человека начинает реагировать на более низкое напряжение кислорода в крови уже на высоте 1000 м. В последующем обнаружилось, что акклиматизация, может достигать высокой степени и обеспечивать возможность пребывания человека на высоте 10000 м.

Физиологические основы трудовой деятельности

Физиология труда, является прикладным разделом физиологии человека и изучает физиологические явления, сопровождающиеся различные виды физического и умственного труда.

Умственная работа включает мыслительный и эмоциональный компоненты. При решении научных и конструкторных задач преобладает мыслительный компонент. Художественному творчеству свойственно преобладание эмоционального компонента.

При умственном труде мозг является не только регулирующим, но и работающим органом. Поэтому он в первую очередь отражается на функциональном состоянии центральной нервной системы. Происходит локальная активация коры и подкорковых структур. Установлено, что при умеренных умственных нагрузках уменьшается амплитуда и увеличивается частота β -ритма электроэнцефалограммы. При перегрузках на ЭЭГ появляются θ - и ω -ритмы.

Любая умственная работа вызывает определенное психоэмоциональное напряжение. Обостряются восприятие, внимание, память. Для каждого вида умственной деятельности необходим свой оптимум эмоционального напряжения. Это связано с тем, что эмоции выступают в роли организатора целенаправленной деятельности. Они выполняют оценочную, программирующую и подкрепляющую функции.

Физиологическое значение висцеральных систем при умственной деятельности состоит в обеспечении энергетического обмена в мозге. Кора влияет на висцеральные функции через лимбическую систему, гипоталамус и ретикулярную формацию и симпатическую нервную систему. В результате активируются симпатoadреналовая, гипоталамо-гипофизарная системы и усиливается образование гормонов надпочечников. Чем выше уровень психоэмоционального напряжения, тем больше содержание адреналина и глюкокортикоидов в крови. В результате этих воздействий повышается артериальное давление, частота сердечных сокращений, минутный объем крови, учащается дыхание, повышается содержание глюкозы и кислорода в крови и т.д.

В результате интенсивной умственной работы развивается *нервно-психическое утомление*. Его признаками являются ухудшение восприятия, внимания, памяти, мышления, а также слабость и сонливость. Снижается умственная работоспособность, возникает раздражительность. Однако нервно-психическое утомление, в отличие от мышечного, быстро исчезает при определенных условиях. Это смена вида деятельности, обстановки и даже изменение настроения. Следовательно нервно-психическое утомление связано не с нарушением метаболизма в нейронах центральной нервной системы, а со снижением активирующего влияния ретикулярной формации на кору.

При чрезмерно интенсивной умственной работе возникает выраженное психоэмоциональное напряжение, вызывающее информационный или эмоциональный стресс и истощение резервов нервной системы. Появляются тревожность, отвращение к работе, развивается депрессия. Это свидетельствует и о перенапряжении функций сердечно-сосудистой системы. Поэтому у людей, занимающихся интенсивным умственным трудом, часто развивается гипертоническая болезнь и ишемическая болезнь сердца.

Для оценки интенсивности умственного труда используются данные электроэнцефалографии, а также психологических тестов на внимание, память, восприятие, скорость сенсорных реакций.

Физическая работа разделяется на динамическую и статическую. Динамическая

выполняется в том случае, если в результате нее происходит периодическое изменение длины скелетных мышц. Статическая, если их длина длительное время не изменяется. При физической работе в первую очередь изменяются функции висцеральных систем. Усиливаются дыхание, кровообращение, изменяются терморегуляция и состав крови. Частота сердечных сокращений возрастает в течение первых 10 минут работы и в дальнейшем остается на этом уровне. Ударный объем крови также возрастает в начале работы и после не повышается. В норме систолическое давление растет, а диастолическое нет или несколько снижается. Все эти параметры деятельности сердечно-сосудистой системы изменяются в соответствии с интенсивностью труда. Возрастает минутный объем дыхания и потребление кислорода. Однако усиление дыхания не покрывает потребности организма в кислороде. Поэтому развивается кислородная задолженность. Одновременно, вследствие гипервентиляции возникает гипокания. Легкая и умственная работа не влияют на рН крови.

При тяжелой – наблюдается метаболический ацидоз из-за накопления лактата в крови. Повышается содержание лейкоцитов и эритроцитов в крови. Физическая работа изменяет процесс терморегуляции. Главным является усиление потоотделения. Оно обусловлено ростом теплопродукции в мышцах. В основе изменений висцеральных функций организма лежит активация симпатoadреналовой и гипоталамо-гипофизарной систем. Выброс адреналина и глюкокортикоидов стимулирует сердечную деятельность, дыхание, распад гликогена, образование глюкозы.

Вследствие тяжелой или длительной физической работы наступает *утомление*, являющееся защитной реакцией. Это временное снижение работоспособности, выражающееся снижением количества и качества работы. Признаки физического утомления делятся на *субъективные и объективные*.

Субъективным являются чувство усталости. Объективные критерии – это уменьшение мощности выполняемой работы, а также нарушение рабочего стереотипа, т.е. стандартной последовательности действий.

В отличие от умственной, физическую работу можно оценить в физических величинах. В качестве критерия тяжести физического труда используется показатель мощности. Легкая работа выполняется при мощности до 20 Вт, средней тяжести – до 45 Вт, тяжелая – до 90 Вт и очень тяжелая – более 90 Вт.

Психофизиологические основы формирования летных навыков

В процессе летной работы формируются сложные навыки и умения, которые обеспечивают соответствующее взаимодействие летчика с летательным аппаратом при воздействии различных, в том числе и неблагоприятных, факторов внешней среды.

Проблема формирования, закрепления и поддержания навыков является одной из важнейших проблем летной практики. Она чрезвычайно многогранна и имеет различные аспекты: летно-методический, медицинский, психофизиологический, инженерно-психологический и др.

Разработка этой проблемы имеет существенное значение для решения многих задач, связанных с практикой первоначального летного обучения, переучивания и подготовкой летных кадров.

Навыки имеют значение для человека как одна из главных сторон его готовности к трудовой деятельности. Они служат основой для приобретения новых умений. Деятельность человека может быть успешной, если она базируется на разнообразных, прочно сформированных и хорошо закрепленных навыках. Чем больше запас навыков, тем разностороннее и эффективнее осуществляется летная деятельность. Непрерывное развитие авиационной техники и способов ее применения обуславливают систематическое совершенствование задач и программ, которые базируются на психофизиологических закономерностях формирования и сохранения профессиональных навыков.

Переучивание летного состава, освоение новых видов и способов применения самолетов предусматривают совершенствование или создание новых навыков и умений. Это

представляет особую значимость в связи с повышением требований к точностным характеристикам деятельности летного состава и последствиями ошибок. Из-за недостаточности навыков в процессе переучивания летчики допускают большее количество ошибочных действий, чем на освоенных самолетах.

В литературе широко используется термин «навык», но употребляется это понятие с самыми различными оттенками. Общепринятого определения нет. Б. М. Теплов считает, что навыки - это автоматизированные компоненты сознательной деятельности, вырабатывающиеся в процессе ее выполнения. Е. В. Гуриянов отмечает, что навыки - это упрочившиеся благодаря упражнению способы выполнения действий. По мнению

К. К. Платонова, трудовой навык - это действие, формирующееся в процессе упражнений. В Большой советской энциклопедии дается следующее определение: «Навык- доведенное до автоматизма умение решать тот или иной вид задачи». Наиболее приемлемое определение летного навыка, на наш взгляд, дают П. В. Картамышев и А. К. Тарасов. Они определяют летный навык как хорошо заученное действие, доведенное до автоматизма и представляющее собой составную часть сознательной деятельности пилота.

По мнению Н. А. Берштейна, двигательный навык представляет собой динамическую многоуровневую структуру. Его формирование осуществляется на основе активной психомоторной деятельности с помощью сенсорных коррекций.

Несмотря на различия определений навыка, можно отметить ряд общих положений:

- в формировании навыка непосредственно участвует сознание;
- не следует отождествлять навык и деятельность; навык представляет собой функциональное образование в отличие от таких структурных элементов деятельности, как действие, операция;

летная деятельность осуществляется благодаря многим навыкам разной структуры и значимости;

- навыки формируются в процессе тренировок, выполнения соответствующих упражнений и продолжают совершенствоваться после них;

- как бы не был автоматизирован летный навык, он полностью не освобождается от контроля сознания.

Если исходить из того, что летная деятельность является операторской и относится к сенсомоторному типу (Г. М. Зараковский, В. И. Медведев), то в наиболее общем виде она может быть представлена рядом компонентов, тесно взаимодействующих друг с другом. К ним можно отнести: сенсорный, интеллектуальный (умственный), двигательный и вегетативный.

Качественное и количественное взаимодействие этих компонентов составляет существо процесса формирования, закрепления и автоматизации навыка. Всякому навыку, особенно двигательному, соответствует определенная организация вегетативных, психомоторных и других функций, которые обеспечивают необходимую двигательную активность в процессе деятельности.

Изменение психофизиологических функций во время работы в различных условиях во многом зависит от стадии формирования и закрепления профессиональных навыков. Чем слабее сформированы навыки, тем раньше и в большей степени они нарушаются, особенно в неблагоприятных условиях деятельности.

Вследствие этого ухудшается функциональное состояние, снижается качество работы, быстрее развивается утомление. Указанное обстоятельство может оказывать существенное влияние на эффективность и безопасность полетов.

РАЗДЕЛ 3. ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Тема 3.1. Общая характеристика системы

В опорно-двигательном аппарате выделяют две части: пассивную и активную.

Активная часть опорно-двигательного аппарата представлена **мышцами**. У мышц различают *центральную часть*, или *сократительную (брюшко)*, построенную из

поперечнополосатой мышечной ткани, и *концевые части*, или *несократимые*, — *сухожилия*, образованные плотной волокнистой соединительной тканью. С помощью сухожилий мышцы прикрепляются к костям скелета, поэтому их называют *скелетными*. Форма мышц зависит от расположения мышечных волокон относительно оси сухожилия.

По выполняемой функции различают *дыхательные, жевательные, мимические мышцы*, а по действию на суставы: *сгибатели, разгибатели, отводящие, приводящие, вращательные, сжиматели*.

Если две мышцы в суставе выполняют одно действие, такие мышцы называются *синергистами*, если мышцы выполняют противоположные действия — *антагонистами*.

Пассивная часть представляет собой *скелет*, образованный *костями и их соединениями*.

Скелет выполняет две основные функции: *механическую* и *биологическую*.

Механическая функция включает в себя:

— *опорную функцию* — кости вместе с их соединениями составляют опору тела, к которой прикрепляются мягкие ткани и органы;

— *функцию передвижения* (хотя и косвенно, так как скелет служит для прикрепления скелетных мышц);

— *рессорную функцию* — за счет суставных хрящей и других конструкций скелета (свод стопы, изгибы позвоночника), смягчающих толчки и сотрясения;

— *защитную функцию* — формирование костных образований для защиты важных органов: головного и спинного мозга; сердца, легких. В полости таза располагаются половые органы. В самих костях находится красный костный мозг.

Под *биологической функцией* понимают:

— *кровотворную функцию* — красный костный мозг, находящийся в костях, является источником клеток крови;

— *запасующую функцию* — кости служат депо для многих неорганических соединений: фосфора, кальция, железа, магния и поэтому участвуют в поддержании постоянного минерального состава внутренней среды организма.

Кости

Типы костей человека:

- **Трубчатые кости.** Трубчатые кости выстраивают конечности они длинные и подходят для этого.

- **Смешанные кости.** Смешанные кости могут содержать в себе все вышеперечисленные типы кости в двух или трех вариантах. Примером служит кость позвонка, ключица и др.

- **Плоские кости.** Плоские кости подходят для крепления больших мышечных групп. В них ширина преобладает над толщиной. Короткие – это кости, в которых длина равна ширине кости.

- **Короткие кости.** Короткие – это кости, в которых длина равна ширине кости.

Строение кости характеризуется прочностью, легкостью и некоторой гибкостью. Костная ткань состоит из белка, укрепленного минеральными солями, преимущественно кальция и магния. Наружный (компактный) слой кости содержит кровеносные и лимфатические сосуды, а внутренний (губчатый) имеет ячеистое строение (для легкости). В середине трубчатых костей имеется цилиндрическая полость, заполненная костным мозгом — жироподобным веществом, в котором образуются красные и белые кровяные клетки.

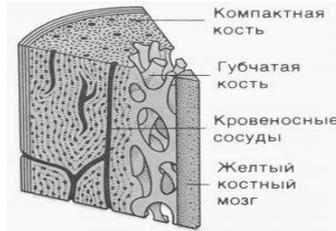


Рис. 11. Строение кости

Кости образованы соединительной костной тканью, которая состоит из клеток и плотного межклеточного вещества, богатого коллагеном и минеральными компонентами. Они-то и определяют физико-химические свойства костной ткани (твердость и упругость). В костной ткани содержится около 33% органических веществ (коллаген, гликопротеиды и др.) и 67% неорганических соединений. Это, в основном, кристаллы гидроксиапатита. Снаружи кости покрыты надкостницей!



Рис. 12. Кости и их соединения

Скелет

Скелет (от греч. skeletos – высохший, высушенный) представляет собой совокупность костей, определенным образом соединенных одна с другой и выполняющих множество функций: опорную, защитную, локомоторную, формообразующую, преодоление силы тяжести. Форма тела человека обусловлена скелетом, имеющим билатеральную симметрию и сегментарное строение. Общая масса скелета составляет от 1/7 до 1/5 массы тела человека. В состав скелета человека входит более 200 костей, в том числе 33 – 34 кости скелета непарные: позвонки, крестец, копчик, некоторые кости черепа и грудина. Остальные кости парные. Скелет условно подразделяют на 2 части: осевой и добавочный. К осевому скелету относят позвоночный столб (26 костей), череп (29 костей), грудную клетку (25 костей), к добавочному – кости верхних (64) и нижних (62) конечностей). Кости скелета являются рычагами, приводимыми в движение мышцами. В результате этого части тела изменяют положение по отношению друг к другу и передвигают тело в пространстве. В отличие от животных скелет человека имеет ряд особенностей. Это, в первую очередь, череп, вмещающий головной мозг и

органы чувств, а также части скелета, связанные с прямохождением и трудовой деятельностью: свободные верхние конечности, осуществляющие трудовые процессы, кости нижних конечностей, служащие опорой при прямохождении (особенно стопа и таз).

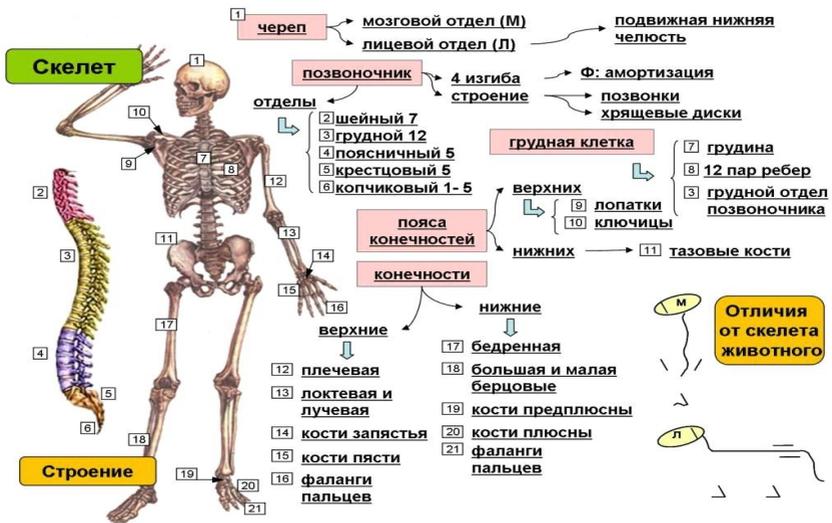


Рис. 13. Скелет

Позвоночный столб

Позвоночный столб (позвоночник) связывает части тела. Верхний конец позвоночника поддерживает голову. Скелет верхних и нижних свободных конечностей прикрепляется к скелету туловища посредством поясов.

Функции позвоночника: основная костная ось и опора тела; защищает спинной мозг; составляет часть грудной, брюшной и тазовой полостей; участвует в движении туловища и головы; его изгибы обеспечивают сохранение телом равновесия, увеличивают размеры грудной клетки, придают ему упругость при ходьбе, беге и прыжках.

Позвоночник передает тяжесть тела человека поясу нижних конечностей. Положение и форма позвоночника человека обуславливают возможность прямохождения. Позвоночный столб выдерживает значительную часть тяжести человеческого тела. В строении позвонков четко выражена одна из важных закономерностей морфофизиологии костной системы: там, где при незначительном объеме необходимо обеспечить прочность конструкции, сохраняя ее легкость, образуется губчатое вещество. Строго определенное расположение перекладин губчатого костного вещества в соответствии с направлением сил сжатия и растяжения обеспечивает прочность позвонка. Кроме того, прочность позвоночного столба как целого зависит и от мощного связочного аппарата позвоночника. Будучи весьма прочным, позвоночный столб удивительно подвижен. Позвоночник человека представляет собой длинный изогнутый столб, состоящий из ряда лежащих друг на друге позвонков. Наиболее типично следующее их количество: 7 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых, 4 копчиковых. У новорожденного ребенка число отдельных позвонков 33 или 34. У взрослого человека позвонки нижнего отдела срастаются, образуя самостоятельные кости – крестец и копчик. Количество позвонков у различных людей может варьировать от 32 до 35, описано даже 37 позвонков. Вариации чаще всего касаются крестцовых и копчиковых позвонков.

ПОЗВОНОЧНИК (ПОЗВОНОЧНЫЙ СТОЛБ)

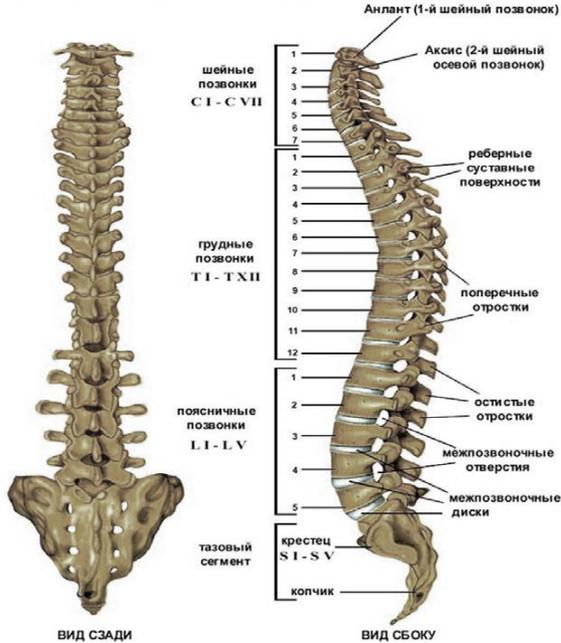


Рис. 14. Позвоночный столб

Позвонки.

Позвонки разных отделов отличаются по форме и величине. Однако все они имеют ряд общих признаков. Каждый позвонок состоит из расположенного спереди *тела*, сзади – *дуги*. Дуга и тело позвонка ограничивают широкое позвоночное отверстие. Позвоночные отверстия всех позвонков накладываются друг на друга и образуют длинный *позвоночный канал*, в котором залегает спинной мозг, надежно защищенный стенками позвоночного канала. Между телами позвонков находятся *межпозвоночные диски*, построенные из волокнистого хряща. От дуги позвонка отходят семь отростков. Назад направляется непарный *остистый отросток*. Вершины многих остистых отростков легко прощупываются у человека по средней линии вдоль спины. Во фронтальной плоскости справа и слева располагаются парные *поперечные отростки*. Вверх и вниз от дуги направлены парные верхние и нижние *суставные отростки*. Основание суставных отростков ограничивает верхнюю и нижнюю позвоночные вырезки. При соединении позвонков друг с другом нижняя вырезка вышележащего позвонка и верхняя вырезка нижележащего образуют справа и слева межпозвоночные отверстия, через которые проходят спинномозговые нервы и кровеносные сосуды.

Кости грудной клетки

Грудная клетка образована 12 парами ребер, грудиной и 12 грудными позвонками.

Ребра. Передне- и заднебоковые отделы грудной клетки образованы ребрами. Величина, положение и форма ребер различны. Число их (12 пар) соответствует числу грудных позвонков. Ребра с I по VII называются истинными, каждое из них достигает грудины посредством своего хряща; VIII – X ребра – ложные, концы их хрящей срастаются между собой и с хрящами

нижних ребер, образуя реберную дугу; XI – XII ребра – колеблющиеся, их передние концы не доходят до грудины и теряются в верхних отделах передней брюшной стенки.

Ребро представляет собой длинную плоскую костную пластинку, переходящую спереди в реберный хрящ. Ребра дугообразно изогнуты и скручены вокруг оси так, что передние концы ребер направлены вниз и медиально, причем нисхождение ребер увеличивается сверху вниз. На внутренней поверхности каждого ребра по его нижнему краю проходит борозда, в которой располагаются межреберные нерв, артерия и вены.

Черепная коробка.

Отдельные кости черепа, соединяясь между собой, образуют сложный и весьма совершенный череп человека, структура которого идеально соответствует выполняемой функции. Условная линия отделяет *крышу (свод) черепа* от его *основания*.

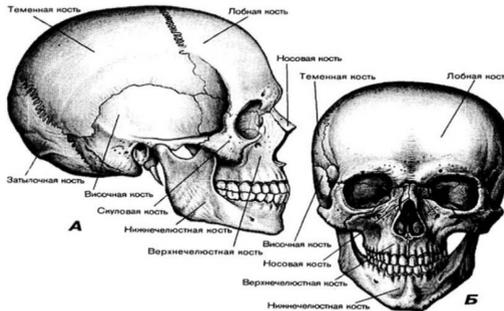
Свод черепа образован *лобной и височными костями*, латеральными частями больших крыльев клиновидной кости, теменными костями, затылочной костью.

Кости лицевого отдела черепа включают 6 парных костей (верхнечелюстную, нёбную, нижнюю носовую раковину, носовую, слезную, скуловую) и 3 непарные кости (подъязычную, нижнюю челюсть и сошник). Они образуют *костный остов верхней части органов дыхательной и пищеварительной систем*.

Верхнечелюстная и нёбная кости образуют твердое нёбо — перегородку между носовой и ротовой полостями; *скуловые кости* соединяют верхнюю челюсть с лобной и височной костями и укрепляют лицевой отдел черепа; *нижняя и верхняя челюсти* содержат углубления — альвеолы, в которых располагаются корни зубов;

нижняя челюсть — единственная подвижная кость черепа.

Строение черепа



Череп новорожденного ребенка.

У новорожденного ребенка между костями черепа не существует швов, пространства заполнены соединительной тканью. В участках, где сходятся несколько костей, имеется шесть родничков, закрытых соединительнотканскими пластинками. Самый крупный передний, или лобный, родничок, ромбовидной формы, расположен там, где сближаются правая и левая половины лобной кости и теменные кости. Благодаря наличию родничков череп новорожденного очень эластичен, его форма может изменяться во время прохождения головки плода через родовые пути в процессе родов. Возможно также наложение краев костей крыши черепа один на другой, что приводит к уменьшению его размеров и облегчает рождение ребенка. Формирование швов заканчивается в основном на 3 – 5-м году жизни, к этому времени закрываются роднички. Объем полости мозгового отдела черепа новорожденного составляет в среднем 350 – 375 см³. В первые 6 мес жизни ребенка этот объем удваивается, к 2 годам

утраивается, у взрослого он в 4 раза больше, чем объем полости мозгового черепа новорожденного.

Конечности

Верхние конечности включают пояс верхних конечностей и свободную часть верхней конечности.

Пояс верхних конечностей сформирован с каждой стороны двумя костями – лопаткой и ключицей, которые прикреплены к грудной клетке с помощью мышц и связок, а спереди посредством ключицы сочленяются с грудиной.

Скелет свободной части верхней конечности состоит из проксимального сегмента (плечевая кость), среднего (две кости предплечья: лучевая и локтевая) и дистального (кости кисти, которые, в свою очередь, подразделяются на кости запястья, пальцы и фаланги пальцев).

Нижние конечности человека являются органами опоры и передвижения, их строение наилучшим образом приспособлено к выполнению этих важных функций. Скелет нижней конечности, являющейся у человека органом опоры и перемещения тела в пространстве, образован более толстыми и массивными костями, соединенными между собой менее подвижными сочленениями, чем у верхних конечностей.

Нижняя конечность человека состоит из пояса (это тазовые кости, между которыми сзади как бы вклинивается крестец) и свободной части нижней конечности. Таким образом создается прочный таз (пояс нижних конечностей), имеющий арочное строение, несущий на себе тяжесть туловища и передающий ее массивным костям свободной части нижних конечностей.

Пояс нижних конечностей образован двумя тазовыми костями, каждая из которых сзади сочленяется с крестцом, а спереди – друг с другом.

Скелет свободной части нижней конечности гомологичен со скелетом верхней конечности и также состоит из трех сегментов: проксимального (бедренная кость), среднего (две кости голени: большеберцовая и малоберцовая) и дистального. В области коленного сустава имеется крупная сесамовидная кость – надколенник. Дистальный сегмент свободной части нижней конечности – стопа – также подразделяется на три части: предплюсну, плюсну и фаланги пальцев.

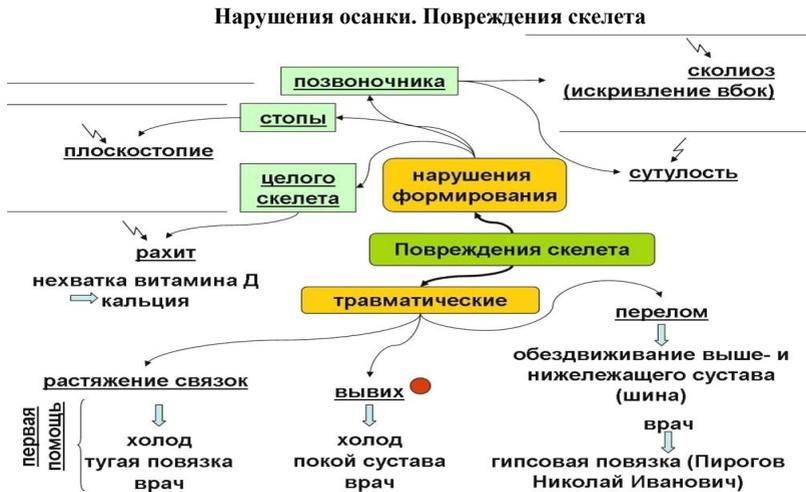


Рис. 16. Нарушения осанки. Повреждения скелета

Суставы

Суставы, или синовиальные соединения, представляют собой прерывные соединения костей, у которых между соединяющимися костями имеется суставная щель. Каждый сустав имеет следующие анатомические элементы: суставные поверхности костей, покрытые суставным хрящом, суставную капсулу, суставную полость, синовиальную жидкость (рис.). Движения в суставах совершаются вокруг фронтальной, сагитальной и продольной осей вращения. Форма сочленяющихся поверхностей определяет число осей, вокруг которых может совершаться движение. В зависимости от этого суставы делятся на одно-, двух- и многоосные. Цилиндрический и блоковидный суставы – одноосные (срединный атлантоосевой). Эллипсоидный, мыщелковый и седловидный суставы являются двухосными (лучезапястный). Шаровидный и плоский суставы многоосные. Это плечевой и тазобедренный суставы.

Мышцы

В организме имеются 3 типа мышц: *скелетные или поперечно-полосатые, гладкие и сердечные*.

Скелетные мышцы обеспечивают перемещение тела в пространстве, поддержание позы тела за счет тонуса мышц конечностей и тела. Гладкие мышцы необходимы для перистальтики органов желудочно-кишечного тракта, мочевыводящей системы, регуляции тонуса сосудов, бронхов и т.д. Сердечная мышца служит для сокращения сердца и перекачивания крови.

Все мышцы обладают *возбудимостью, проводимостью и сократимостью*, а сердечная и многие гладкие мышцы – *автоматией – способностью к самопроизвольному сокращению*.

Работа мышц представляет собой их попеременные сокращения и расслабления. Работа мышц — необходимое условие их жизнедеятельности:

- тренировка мышц способствует увеличению их объема, силы и работоспособности,
- длительное бездействие ведет к потере мышечного тонуса.

Основные типы мышечных сокращений в зависимости от величины укорочения: *статические и динамические*.

Статическое состояние организма (стояние, удержание головы в вертикальном положении или груза на вытянутой руке и т.д.) требует напряжения одновременно многих мышц тела, сопровождающегося сокращением всех их мышечных волокон. При этом сдавливаются кровеносные сосуды, проходящие в напряженных мышцах, что ухудшает их снабжение кислородом и питательными веществами, ведет к накоплению в них конечных продуктов распада и к утомлению мышц.

При **динамической работе** различные группы мышц и даже мышечные волокна в каждой мышце сокращаются поочередно, что позволяет мышце совершать работу длительное время без заметного утомления.

Утомление мышц — снижение работоспособности мышц в результате длительной работы.

Скорость наступления утомления зависит от: интенсивности физической нагрузки, ритма движений (высокий ритм вызывает быстрое утомление), количества накопившихся в мышцах продуктов обмена (молочной кислоты и др.), уровня концентрации в крови кислорода и питательных веществ, состояния торможения нервной системы (при выполнении интересной работы утомление мышц наступает позднее) и др.

Работоспособность мышц восстанавливается после активного или *пассивного отдыха*.

Активный отдых (при котором уставшие мышцы отдыхают, а работают другие группы мышц) полезнее и эффективнее пассивного.

Сила мышц.

Максимальная сила мышц – это величина максимального напряжения, которое может развить мышца. Она зависит от строения мышцы, ее функционального состояния, исходной длины, пола, возраста, степени тренированности человека.

В зависимости от строения, выделяют мышцы с *параллельными волокнами* (например,

портняжная), *веретенообразными* (двуглавая мышца плеча), *перистые* (икроножная).

У этих типов мышц различная *площадь поперечного физиологического сечения* – это сумма площадей поперечного сечения всех мышечных волокон, образующих мышцу. Наибольшая площадь поперечного физиологического сечения, а, следовательно, и сила, у перистых мышц. Наименьшая у мышц с параллельным расположением волокон.

При умеренном растяжении мышцы сила ее сокращения возрастает, но при перерастяжении уменьшается. При умеренном нагревании сила также увеличивается, а при охлаждении снижается. Сила мышц снижается при утомлении, нарушениях метаболизма и т.д. Максимальная сила различных мышечных групп определяется динамометрами (кистевым, станovým и т.д.).

Проявление *силы мышцы* в движениях или в укреплении звеньев тела при тех или иных позах зависит от ряда условий: *анатомических, механических, физиологических, психических*.

Анатомические условия определяются структурными особенностями, количеством и направлением мышечных волокон. Чем больше в мышце мышечных волокон, тем больше ее сила. Некоторое представление о силовых возможностях мышцы может дать площадь силового поперечника мышцы – суммарная площадь поперечного сечения всех мышечных волокон. В мышцах с параллельным направлением волокон она совпадает с площадью анатомического поперечника (площадь сечения мышцы, произведенного перпендикулярно ее длине), в перистых – больше, чем площадь анатомического поперечника, что указывает на их большую силу. Установлено, что мышца с площадью силового поперечника 1 см² может проявить силу тяги равную 8-10 кг.

Из *механических факторов* на проявление силы мышц оказывают влияние величина площади прикрепления мышцы к кости и угол, под которым мышца к ней подходит. Чем больше площадь прикрепления мышцы и чем больше угол, под которым мышца действует на кость, тем лучшие условия для проявления силы. Если мышца подходит к кости под прямым углом, то почти вся сила мышцы идет на обеспечение движения; если под острым, то лишь часть силы мышцы используется как полезная, другая часть идет на сдавливание рычага, сжатие его и т. п. Не безразлично для проявления силы расположение прикрепления мышцы по отношению к точке движения. Чем дальше прикрепляется мышца от точки вращения, тем в большей мере она выигрывает в силе.

Из *физиологических условий* следует указать на степень возбуждения нервной системы. Чем большее число мотонейронов, а следовательно, и мышечных волокон возбуждается одновременно, тем суммарная сила больше. Чем чаще поступают импульсы в мышцу, тем также сила больше. Имеет значение и плечо силы – величина перпендикуляра от точки опоры в суставе до направления равнодействующей силы мышцы. Произведение силы мышцы на плечо, под которым она действует, называется *моментом силы*. Чем больше плечо силы, тем больше момент силы и, следовательно, эффект ее действия. Увеличению плеча силы способствуют костные выступы, блоки, сесамовидные кости. Некоторое возбуждение нервной системы повышает проявление силы, угнетенное состояние – понижает.

Поэтому целесообразно начинать сокращение мышцы после предварительного некоторого ее растяжения.



Рис. 17. Мышцы

Тема 3.2 Двигательная активность

Значение двигательной активности: способствует формированию сильного и выносливого организма; стимулирует обмен веществ; оказывает тренирующее действие на сердечно-сосудистую систему и органы дыхания (укрепляет сердце и стенки кровеносных сосудов, углубляет дыхание, улучшает снабжение тканей кислородом); делает мышечную и костную систему более крепкими и устойчивыми к нагрузкам и травмам; повышает работоспособность всего организма; уменьшает удельные затраты энергии при выполнении работ; при недостаточной двигательной активности мышцы теряют упругость и силу, нарушается работа опорно-двигательного аппарата и координация движений, может возникнуть сутулость, искривление позвоночника, опущение внутренних органов, ожирение, нарушение функций пищеварительной системы и т.д.

Двигательная функция мышц.

Поскольку каждая мышца фиксируется преимущественно к костям, то внешне двигательная функция ее выражается в том, что она либо притягивает кости, либо удерживает, либо отпускает их.

Мышца притягивает кости, когда она активно сокращается, брюшко ее укорачивается, места прикреплений сближаются, расстояние между костями и угол в суставе уменьшаются в сторону тяги мышцы.

Удержание костей происходит при относительно постоянном напряжении мышцы, почти незаметном изменении ее длины.

Если движение осуществляется при эффективном действии внешних сил, например силы тяжести, то мышца удлиняется до определенного предела и отпускает кости; они отдаляются друг от друга, причем движение их происходит в обратном направлении по сравнению с тем, которое имело место при притягивании костей.

Так, при переходе из положения лежа в положение сидя мышцы живота сокращаются с понижающимся напряжением, а при переходе из положения сидя в положение лежа – растягиваются с нарастающим напряжением. Примером растягивания мышц с уменьшающимся напряжением может быть состояние мышц передней поверхности тазо-бедренного сустава при опускании ног из угла в висе в вис.

Недостаточность укорочения характерна для многосуставных мышц, которые не могут обеспечить движение в суставах соответственно их суммарной амплитуде. Недостаточность укорочения многосуставных мышц компенсируется тягой односуставных мышц-синергистов.

При удлинении односуставные мышцы обычно растягиваются настолько, что не препятствуют движению кости. Недостаточность же растягивания (пассивная недостаточность) многосуставных мышц может ограничить движение в соответствующих суставах. Посредством специальных упражнений можно несколько уменьшить как недостаточность укорочения, так и недостаточность растяжения мышц.

Механизмы мышечного сокращения

При нанесении на двигательный нерв или мышцу одиночного порогового или сверхпорогового раздражения, возникает *одиночное сокращение*. При его графической регистрации, на полученной кривой можно выделить три последовательных периода:

1. *Латентный период*. Это время от момента нанесения раздражения до начала сокращения. Его длительность около 1-2 мс. Во время латентного периода генерируется и распространяется потенциал действия, происходит высвобождение кальция и т.д.

2. *Период укорочения* (сокращения). В зависимости от типа мышцы (быстрая или медленная) его продолжительность от 10 до 100 мсек. Это период от начала сокращения до максимального сокращения.

3. *Период расслабления*. Его длительность несколько больше, чем укорочения.

В режиме одиночного сокращения мышца способна работать длительное время без утомления, но его сила незначительна. Поэтому в организме такие сокращения встречаются редко, например, так могут сокращаться *быстрые глазодвигательные мышцы*. Чаще одиночные сокращения суммируются.

Суммация – это сложение двух последовательных сокращений при нанесении на мышцу двух пороговых или сверхпороговых раздражений, интервал между которыми меньше длительности одиночного сокращения, но больше продолжительности рефракторного периода.

Различают 2 вида суммации: *полную и неполную суммацию*. Амплитуда сокращения при полной суммации выше, чем неполной.

Тетанус – это длительное сокращение мышцы, возникающее в результате суммации нескольких одиночных сокращений, развивающихся при нанесении на нее ряда последовательных раздражений.

Амплитуда гладкого тетануса больше, чем зубчатого. В норме мышцы человека сокращаются в режиме гладкого тетануса. Зубчатый возникает при патологии, например, тремор рук при алкогольной интоксикации и болезни Паркинсона.

Влияние частоты и силы раздражения на амплитуду сокращения

Если постепенно увеличивать частоту раздражения, то амплитуда тетанического сокращения растет. При определенной частоте она станет максимальной. Эта частота называется *оптимальной*. Дальнейшее увеличение частоты раздражения сопровождается снижением силы тетанического сокращения. Частота, при которой начинается снижение амплитуды сокращения, называется *пессимальной*.

При очень высокой частоте раздражения мышца не сокращается. Одиночное мышечное волокно, как и любая возбудимая клетка, реагирует на раздражение по закону «*все или ничего*».

Мышцы подчиняются *закону силы*. При увеличении силы раздражения, амплитуда сокращения ее растет. При определенной (оптимальной) силе амплитуда становится максимальной. Если же и дальше повышать силу раздражения, амплитуда сокращения не увеличивается и даже уменьшается. Такая сила будет *пессимальной*. Подобная реакция мышцы объясняется тем, что она состоит из волокон разной возбудимости, поэтому увеличение силы раздражения сопровождается возбуждением все большего их числа. При оптимальной силе все волокна вовлекаются в сокращение.

Тонус мышц.

В организме каждая скелетная мышца всегда находится в состоянии определенного напряжения, готовности к действию. Минимальное произвольное рефлекторное напряжение мышцы называется *тонусом мышцы*. Тонус мышц различен у детей и взрослых, у мужчин и женщин, у лиц, занимающихся и не занимающихся физическим трудом. Физические

упражнения повышают тонус мышц, влияют на тот своеобразный фон, с которого начинается действие скелетной мышцы. У детей тонус мышц меньше, чем у взрослых, у женщин меньше, чем у мужчин, у не занимающихся спортом меньше, чем у спортсменов. Направление тяги мышцы, приводящей в движение ту или иную часть тела, определяется равнодействующей сил, которая в длинных, широких и веерообразных мышцах проходит по линии, соединяющей середину места начала мышцы с серединой места прикрепления.

Структура двигательного аппарата, позволяющая совершать движения частей тела, может быть уподоблена простым механизмам – **рычагам**. Каждый рычаг, как известно, имеет четыре компонента: *твердое тело, точку опоры и две силы, приложенные к твердому телу*.

Тело человека имеет свои живые рычаги, в которых *твердым телом* оказывается кость, *точкой опоры* кости служит контактная суставная поверхность со своей осью вращения, на концах действуют *силы сопротивления* (например, сила тяжести части тела, вес спортивного снаряда, сила действия партнера и т. п.) и *сила тяги мышц*.

Работа мышц внешне выражается либо в *фиксации части тела*, либо в *движении*. В первом случае говорят о так называемой *статической* работе, а во втором – о *динамической* работе.

Статическая работа мышц есть следствие равенства моментов сил и называется еще удерживающей работой. При такой работе форма мышцы, ее размеры, возбуждение и напряжение относительно постоянны.

Динамическая работа мышц сопровождается движением и есть следствие разности моментов сил. В зависимости от того, какой момент окажется большим, различают два вида динамической работы мышц: *преодолевающую* и *уступающую*. Превалирование момента силы мышцы или группы мышц приводит к преодолевающей работе, а уменьшение момента силы мышцы – к уступающей работе.

Различают еще *баллистическую работу* мышц, которая является разновидностью преодолевающей работы: мышца совершает быстрое сокращение и последующее расслабление, после которого костное звено продолжает движение по инерции.

Утомление мышц

Утомление – это временное снижение работоспособности мышц в результате работы. Чем выше частота, сила раздражения и величина нагрузки, тем быстрее развивается утомление. При утомлении значительно изменяется кривая одиночного сокращения. Увеличивается продолжительность латентного периода, периода укорочения и особенно периода расслабления, но снижается амплитуда. Чем сильнее утомление мышц, тем больше продолжительность этих периодов. В некоторых случаях полного расслабления не наступает. Развивается *контрактура* – это состояние длительного, непроизвольного сокращения мышцы.

В прошлом веке, на основании опытов с изолированными мышцами, было предложено 3 теории мышечного утомления: утомление является следствием истощения энергетических запасов в мышце, утомление обусловлено накоплением в мышцах продуктов обмена, утомление объясняется недостатком кислорода в мышце.

Действительно, эти факторы способствуют утомлению в экспериментах на изолированных мышцах. В них нарушается синтез АТФ, накапливаются молочная и пировиноградная кислоты, недостаточно содержание кислорода. Однако в организме интенсивно работающие мышцы получают необходимый кислород, питательные вещества, освобождаются от метаболитов за счет усиления общего и регионального кровообращения. Поэтому были предложены другие теории утомления. В частности, определенная роль в утомлении принадлежит *нервно-мышечным синапсам*. Утомление в синапсе развивается из-за истощения запасов нейромедиатора. Однако главная роль в утомлении двигательного аппарата принадлежит моторным центрам центральной нервной системы. В прошлом веке И. М. Сеченов установил, что если наступает утомление мышц одной руки, то их работоспособность восстанавливается быстрее при работе другой рукой или ногами. Он считал, что это связано с переключением процессов возбуждения с одних двигательных центров на другие. Отдых с

включением других мышечных групп и назвал активным. В настоящее время установлено, что двигательное утомление связано с торможением соответствующих нервных центров, в результате метаболических процессов в нейронах, ухудшением синтеза нейромедиатора, и угнетением синоптической передачи.

Синергизм и антагонизм в действиях мышц.

Мышцы, входящие в функциональную группу, характеризуются тем, что проявляют одинаковую двигательную функцию. В частности, все они или притягивают кости – укорачиваются, или отпускают – удлиняются, или же проявляют относительную стабильность напряжения, размеров и формы.

Мышцы, совместно действующие в одной функциональной группе, называются *синергистами*. Синергизм проявляется не только при движениях, но и при фиксации частей тела и их отпуске.

Мышцы противоположных по действию функциональных групп мышц называются *антагонистами*. Так, мышцы-сгибатели будут антагонистами мышц-разгибателей и т. п. Однако истинного антагонизма между ними нет. Он проявляется лишь в отношении определенного движения или определенной оси вращения.

Следует отметить, что при движениях, в которых участвует одна мышца, синергизма может не быть. Вместе с тем антагонизм имеет место всегда, и только согласованная работа мышц-синергистов и мышц-антагонистов обеспечивает плавность движений и предотвращает травмы. Фиксация частей тела достигается лишь путем синергизма всех мышц, окружающих тот или иной сустав. По отношению к суставам различают мышцы одно-, двух- и многосуставные. Односуставные мышцы фиксируются к соседним костям скелета и переходят через один сустав, а многосуставные мышцы переходят через два и более суставов, производят движения в них.

Изменение мышц под влияние физической нагрузки

Физические нагрузки при трудовых процессах, естественных движениях человека, занятиях спортом оказывают влияние на все системы организма, в том числе и на мышцы, изменяя их строение и функцию. Однако нагрузка на мышцы различна как по интенсивности, так и по объему, в ней могут преобладать *статические или динамические элементы*. Она может быть связана с медленными или быстрыми движениями. В связи с этим и изменения, происходящие в мышцах, будут неодинаковы.

Нагрузки преимущественно *статического характера* ведут к значительному увеличению объема и веса мышц. Увеличивается поверхность их прикрепления на костях, укорачивается мышечная часть и удлиняется сухожильная. Происходит перестройка в расположении мышечных волокон на сторону более перистого строения. Количество плотной соединительной ткани в мышцах между мышечными пучками увеличивается, что создает дополнительную опору. Кроме того, соединительная ткань по своим физическим качествам значительно противостоит растягиванию, уменьшая мышечное напряжение. Усиленно развивается капиллярная сеть, она становится узкопетливой, с неодинаковым просветом.

При нагрузках преимущественно *динамического характера* вес и объем мышц также увеличиваются, но в меньшей степени. Происходит удлинение мышечной части и укорочение сухожильной. Мышечные волокна располагаются более параллельно, но типу веретенообразных. Чередование сокращений и расслаблений мышцы не нарушает кровообращения в ней, количество капилляров увеличивается, ход их остается более прямолинейным.

Количество нервных волокон в мышцах, выполняющих преимущественно динамическую функцию, в 4-5 раз больше, чем в мышцах, выполняющих преимущественно статическую функцию.

При пониженной нагрузке мышцы становятся дряблыми, уменьшаются в объеме, капилляры их суживаются (некоторые даже испытывают обратное развитие), в результате чего мышечные волокна истончаются, двигательные бляшки становятся меньших размеров. *Длительная гиподинамия* приводит к значительному снижению силы мышцы.

Изменение структуры мышцы с возрастом

Анатомически у новорожденных имеются все скелетные мышцы, но относительно веса тела они составляют всего 23% (у взрослого 44%). Количество мышечных волокон в мышцах такое же, как у взрослого. Однако микроструктура мышечных волокон отличается. По мере роста происходит утолщение и удлинение волокон. Размеры мышечных волокон стабилизируются к 20 годам.

Мышцы у детей эластичнее, чем у взрослого, т.е. быстрее укорачиваются при сокращении и удлиняются при расслаблении. Возбудимость и лабильность новорожденных ниже, чем у взрослых, но с возрастом растет.

У новорожденных даже во сне мышцы находятся в состоянии тонуса. Развитие различных групп мышц происходит неравномерно. В 4-5 лет более развиты мышцы предплечья, отстают в развитии мышцы кисти. Ускоренное созревание мышц кисти происходит в 5-6 лет. Причем разгибатели развиваются медленнее сгибателей. С возрастом изменяется соотношение тонуса мышц. В раннем детстве повышен тонус мышц кисти, разгибателей бедра и т.д. Постепенно распределение тонуса нормализуется.

С возрастом сила мышечных сокращений увеличивается. Это объясняется не только уменьшением мышечной массы, но и совершенствованием двигательных рефлексов. Например, сила кисти с 5 до 16 лет возрастает в 5-6 раз, мышц ног в 2-2,5 раза. Показатели силы до 10 лет больше у мальчиков. С 10-12 лет – у девочек. Способность к быстрым и точным движениям достигается к 14 годам, выносливость к 17. В 10-11 лет ребенок способен выполнять работу мощностью 100 Вт, 18-19 лет 250-300 Вт.

РАЗДЕЛ 4. ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА. СИСТЕМА КРОВИ

Внутренняя среда организма представлена *тканевой (интерстициальной) жидкостью, лимфой и кровью*, состав и свойства которых теснейшим образом связаны между собой. Жидкости внутренней среды представляют собой сложные многокомпонентные растворы органических и неорганических соединений, содержащие, как правило, во взвешенном состоянии множество различных отдельных форменных элементов — клеток, частиц и т.д.

Виды жидких тканей внутренней среды:

тканевая жидкость — жидкость, находящаяся в межклеточном пространстве различных тканей; обеспечивает независимость клеток от внешней среды и поддержание гомеостаза; образуется из плазмы крови, проникшей через стенки капилляров в межклеточное пространство, и из продуктов жизнедеятельности, поступающих из клеток; объем тканевой жидкости у взрослого человека в 3 раза превышает суммарный объем крови и лимфы; большая часть тканевой жидкости возвращается обратно в кровяное русло, меньшая ее часть поступает в слепо замкнутые капилляры лимфатических сосудов, образуя лимфу;

кровь и лимфа — жидкости, циркулирующие по кровеносным и лимфатическим сосудам, проникающим во все живые ткани организма; выполняющие транспортные функции, кровь и лимфа косвенно — через тканевую жидкость — участвуют в работе всех органов и тканей организма;

трансселлюлярные жидкости — жидкости специального назначения: **ликвор** (заполняет спинномозговой канал и желудочки мозга), **синовиальная жидкость** (находится в суставах), **водянистая влага** (в передней камере глаза) и др.

Биологические барьеры, ограничивающие жидкие ткани организма:

внешние биологические барьеры (кожа, слизистые оболочки ротовой и носовой полостей, кишечника) отделяют внутреннюю среду организма от окружающей среды;

внутренние биологические барьеры разграничивают жидкие ткани внутри организма; это клеточные мембраны (отделяют содержимое клеток от межклеточной жидкости) и гистогематические барьеры (отделяют кровь от межклеточной жидкости).

Жидкие ткани внутренней среды тесно взаимосвязаны: тканевая жидкость образуется из плазмы крови и является основой для образования лимфы; в кровь поступают и тканевая жидкость, и лимфа и т.д.

Кровь несет тканям питательные вещества и кислород, удаляет продукты обмена и углекислый газ, вырабатывает антитела, переносит гормоны, которые регулируют деятельность различных систем организма. Несмотря на то, что кровь циркулирует по кровеносным сосудам и отделена от других тканей сосудистой стенкой, форменные элементы, а также вещества плазмы крови могут переходить в соединительную ткань, которая окружает кровеносные сосуды. Благодаря этому кровь обеспечивает постоянство состава внутренней среды организма.

Основной составной частью тканевой жидкости, лимфы и крови является *вода*. В организме человека вода составляет 75% от массы тела. Для человека массой тела 70 кг тканевая жидкость и лимфа составляют до 30% (20—21 л), внутриклеточная жидкость — 40% (27—29 л) и плазма — около 5% (2,8—3,0 л).

Между кровью и тканевой жидкостью происходят *постоянный обмен веществ* и транспорт воды, несущей растворенные в ней продукты обмена, гормоны, газы, биологически активные вещества.

Следовательно, *внутренняя среда организма представляет собой единую систему гуморального транспорта, включающую общее кровообращение и движение в последовательной цепи:*

Кровь — тканевая жидкость — ткань (клетка) — тканевая жидкость — лимфа — кровь.

Из этой простой схемы видно, насколько тесно связан состав крови не только с тканевой жидкостью, но и с лимфой. В организме важная роль отводится лимфатической системе, начало которой составляют лимфатические капилляры, дренирующие все тканевые пространства и сливающиеся в более крупные сосуды. По ходу лимфатических сосудов располагаются лимфатические узлы, при прохождении которых изменяется состав лимфы и она обогащается лимфоцитами. Свойства лимфы, как и тканевой жидкости, во многом определяются органом, от которого она оттекает. После приема пищи состав лимфы резко изменяется, так как в нее всасываются жиры, углеводы и даже белки.

Следует заметить, что внутриклеточная жидкость, плазма крови, тканевая жидкость и лимфа имеют различный состав, что в значительной степени определяет интенсивность водного, ионного и электролитного обмена, катионов, анионов и продуктов метаболизма между кровью, тканевой жидкостью и клетками.

Тема 4.1. Кровь как внутренняя среда организма. Группы крови.

Основные функции крови

Кровь — один из видов соединительной ткани; циркулирует в кровеносной системе; состоит из жидкой среды — *плазмы* (55–60% объема) — и взвешенных в ней клеток — *форменных элементов* крови (*эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов*).

У человека кровь составляет около 8% от общей массы тела (при массе 80 кг объем крови — около 6,5 л).

Большая часть имеющейся в организме крови циркулирует по организму, остальная ее часть находится в депо (легких, печени и др.) и пополняет кровотоки во время интенсивной мышечной работы и при кровопотерях.

У человека масса крови составляет 6—8 % массы тела и в норме приблизительно равна 4,5—5,0 л. В состоянии покоя циркулирует всего 40—50 % всей крови, остальная часть находится в депо (печень, селезенка, кожа). В малом круге кровообращения содержится 20—25 % объема крови, в большом круге — 75—85 % крови. В артериальной системе циркулирует 15—20 % крови, в венозной — 70—75 %, в капиллярах — 5—7 %.

Кровь является основой для образования других жидкостей внутренней среды организма (межклеточной жидкости и лимфы).

Основными функциями крови являются *транспортная, защитная и регуляторная*, остальные функции, являются лишь производными основных ее функций. Все три основные функции крови связаны между собой и неотделимы друг от друга.

Транспортная функция. Кровь переносит необходимые для жизнедеятельности органов и тканей различные вещества, газы и продукты обмена. Транспортная функция осуществляется как плазмой, так и форменными элементами. Последние могут переносить все вещества, входящие в состав крови. Многие из них переносятся в неизменном виде, другие вступают в нестойкие соединения с различными белками. Благодаря транспорту осуществляется дыхательная функция крови. Кровь осуществляет перенос гормонов, питательных веществ, продуктов обмена, ферментов, различных биологически активных веществ, солей, кислот, щелочей, катионов, анионов, микроэлементов и др. С транспортом связана и экскреторная функция крови — выделение из организма метаболитов, отслуживших свой срок или находящихся в данный момент в избытке веществ.

- *дыхательная* (перенос кислорода от органов дыхания к другим органам и тканям организма и перенос двуокиси углерода от тканей к органам дыхания);
- *питательная* (перенос питательных веществ от пищеварительной системы к тканям);
- *выделительная* (перенос продуктов обмена веществ от тканей к органам выделения);

Защитные функции. Чрезвычайно разнообразны. С наличием в крови лейкоцитов связана специфическая (иммунитет) и неспецифическая (главным образом фагоцитоз) защита организма. В составе крови содержатся все компоненты так называемой системы комплемента, играющей важную роль, как в специфической, так и неспецифической защите. К защитным функциям относится сохранение циркулирующей крови в жидком состоянии и остановка кровотечения (гемостаз) в случае нарушения целостности сосудов.

Гуморальная регуляция деятельности организма. В первую очередь связана с поступлением в циркулирующую кровь гормонов, биологически активных веществ и продуктов обмена. Благодаря регуляторной функции крови осуществляется сохранение постоянства внутренней среды организма, водного и солевого баланса тканей и температуры тела, контроль за интенсивностью обменных процессов, и других физиологических функций.

- *регуляторная* (перенос гормонов от желез внутренней секреции к тканям);
- *терморегуляторная* (путем регуляции тока крови через капилляры кожи; основана на высокой теплоемкости и теплопроводности крови);
- *гомеостатическая* (участвует в поддержании постоянства внутренней среды организма).

После выделения форменных элементов в плазме содержатся растворенные в воде соли, белки, углеводы, биологически активные соединения, а также углекислый газ и кислород. В плазме находится около 90 % воды, 7—8 % белка, 1,1 % других органических веществ и 0,9 % неорганических компонентов. Состав плазмы отличается лишь относительным постоянством и во многом зависит от приема пищи, воды и солей. В то же время концентрация глюкозы, белков, всех катионов, хлора и гидрокарбонатов удерживается в плазме на довольно постоянном уровне и лишь на короткое время может выходить за пределы нормы. Значительные отклонения этих показателей от средних величин на длительное время приводят к тяжелейшим последствиям для организма, зачастую несовместимым с жизнью. Содержание же других составных элементов плазмы — фосфатов, мочевины, мочевой кислоты, нейтрального жира может варьировать в довольно широких пределах, не вызывая расстройств функции организма. В общей сложности минеральные вещества плазмы составляют около 0,9%. Содержание глюкозы в крови 4,5—6,5 ммоль/л.

Плазма обеспечивает постоянство объема внутри сосудистой жидкости и кислотно-щелочное равновесие (КЩР), а также участвует в переносе активных веществ и продуктов метаболизма. Белки плазмы участвуют в таких процессах, как образование тканевой жидкости, лимфы, мочи и всасывание воды. Питательная функция плазмы связана с наличием в ней липидов, содержание которых зависит от особенностей питания.

Температура крови. Во многом зависит от интенсивности обмена веществ того органа, от которого оттекает кровь, и колеблется в пределах 37—40°C. При движении крови не только

происходит некоторое выравнивание температуры в различных сосудах, но и создаются условия для отдачи или сохранения тепла в организме.

Осмотическое давление крови — находится на относительно постоянном для обмена веществ уровне и равно 7,3 атм (5600 мм рт. ст., или 745 кПа). Концентрация солей в крови составляет 0,9 %, от их содержания главным образом и зависит осмотическое давление крови.

При помощи осмотического давления вода распределяется равномерно между клетками и тканями.

В крови поддерживается постоянство pH реакции. Кровь человека имеет слабощелочную реакцию. Жизнь возможна в довольно узких пределах сдвига pH — от 7,0 до 7,8. Несмотря на непрерывное поступление в кровь кислых и щелочных продуктов обмена, pH крови сохраняется на относительно постоянном уровне. Это постоянство поддерживается физико-химическими, биохимическими и физиологическими механизмами.

К форменным элементам крови относятся *эритроциты, лейкоциты и тромбоциты*.

Эритроциты — красные кровяные тельца двояковогнутой формы. У них нет ядра. Средний диаметр эритроцитов 7—8 мкм, он приблизительно равен внутреннему диаметру кровеносного капилляра. Форма эритроцита повышает возможность газообмена, способствует диффузии газов с поверхности на весь объем клетки. Эритроциты отличаются большой эластичностью. Они легко проходят по капиллярам, имеющим вдвое меньший диаметр, чем сама клетка. Общая поверхность площади всех эритроцитов взрослого человека составляет около 3800 м², т. е; в 1500 раз превышает поверхность тела.

При усиленной физической нагрузке количество эритроцитов в крови может увеличиться. Это связано с поступлением в круг кровообращения депонированной крови.

Главная особенность *эритроцитов* — наличие в них гемоглобина, который связывает кислород (превратившись в оксигемоглобин) и отдает его периферическим тканям. Гемоглобин, отдавший кислород, называется восстановленным или редуцированным, он имеет цвет венозной крови. Отдав кислород, кровь постепенно вбирает в себя конечный продукт обмена веществ — CO₂ (углекислый газ). Реакция присоединения гемоглобина к CO₂ проходит сложнее, чем связывание с кислородом. Особенно легко гемоглобин присоединяется к угарному газу (CO) вследствие его высокого химического сродства (в 300 раз выше, чем к O₂) к гемоглобину. Блокированный угарным газом гемоглобин уже не может служить переносчиком кислорода. В результате этого в организме возникает кислородное голодание, сопровождающееся рвотой, головной болью, потерей сознания.

В норме в крови содержится около 140 г/л гемоглобина: у мужчин — 135—155 г/л, у женщин — 120—140 г/л.

Уменьшение количества гемоглобина эритроцитов в крови называется анемией. Она наблюдается при кровотечении, интоксикации, дефиците витамина B12, фолиевой кислоты и др.

Продолжительность жизни эритроцитов около 3—4 месяцев. Процесс разрушения эритроцитов, при котором гемоглобин выходит из них в плазму, называется гемолизом.

При нахождении крови в вертикально расположенной пробирке наблюдается оседание эритроцитов вниз. *Скорость оседания эритроцитов (СОЭ)* выражается в миллиметрах высоты столба плазмы над эритроцитами за единицу времени (обычно за 1 ч). Повышенная СОЭ характерна для беременных — до 30 мм/ч, больных с инфекционными и воспалительными процессами, а также со злокачественными образованиями — до 50 мм/ч и более.

Лейкоциты — белые кровяные тельца. По размерам они больше эритроцитов, имеют ядро. Продолжительность жизни лейкоцитов — несколько дней. Количество лейкоцитов в крови человека в норме составляет 4—9109/л и колеблется в течение суток. Меньше всего их утром натощак.

Различают: 1. *гранулоциты* (зернистые лейкоциты) а) нейтрофилы б) базофилы в) эозинофилы 2. *агранулоциты* (незернистые лейкоциты) а) моноциты б) лимфоциты

Нейтрофилы способны проникать в межклеточные пространства к инфицированным участкам тела, поглощать и переваривать болезнетворные бактерии. Количество эозинофилов

увеличивается при аллергических реакциях, бронхиальной астме, сенной лихорадке, они обладают антигистаминным действием. Базофилы вырабатывают гепарин и гистамин.

Лимфоциты вырабатывают антитела и принимают участие в клеточных иммунных реакциях. Существуют Т-и В-лимфоциты. Т-лимфоциты при помощи ферментов самостоятельно разрушают микроорганизмы, вирусы, клетки трансплантируемой ткани и получили название киллеров — клеток-убийц. Лимфоциты являются главным звеном иммунной системы, они участвуют в процессах клеточного роста, регенерации тканей, управлении генетическим аппаратом других клеток

Лейкоцитоз – повышение количества лейкоцитов в крови. Наблюдается при воспалительных заболеваниях, у здоровых людей после еды. *Лейкопения* – уменьшение количества лейкоцитов.

Лейкоциты образуются в красном костном мозге. Лимфоциты образуются в селезенке, лимфатических узлах, вилочковой железе.

Соотношение различных видов лейкоцитов в крови называется *лейкоцитарной формулой*.

Количество отдельных видов лейкоцитов при ряде заболеваний увеличивается. Например, при коклюше, брюшном тифе повышается уровень лимфоцитов, при малярии — моноцитов, а при пневмонии и других инфекционных заболеваниях — нейтрофилов. Количество эозинофилов увеличивается при аллергических заболеваниях (бронхиальная астма, скарлатина и др.). Характерные изменения лейкоцитарной формулы дают возможность поставить точный диагноз.

Тромбоциты (кровяные пластинки) — бесцветные сферические безядерные тельца диаметром 2—5 мкм. Они образуются в крупных клетках костного мозга — мегакариоцитах. Продолжительность жизни тромбоцитов от 5 до 11 дней. Они играют важную роль в свертывании крови. Значительная их часть сохраняется в селезенке, печени, легких и по мере необходимости поступает в кровь. При мышечной работе, принятии пищи, беременности количество тромбоцитов в крови увеличивается. В норме содержание тромбоцитов составляет около 250109/л.



Рис. 18. Форменные элементы крови

Группы крови

Группы крови — иммуногенетические и индивидуальные признаки крови, которые объединяют людей по сходству определенных антигенов — агглютиногенов — в эритроцитах и находящимся в плазме крови антител — агглютининов.

По наличию или отсутствию в мембранах донорских эритроцитов специфических мукополисахаридов — агглютиногенов А и В и в плазме крови реципиента агглютининов а и р определяется группа крови (табл. 2).

Зависимость группы крови от наличия в ней агглютиногенов эритроцитов и агглютининов плазмы

Группы крови	Агглютиногены в эритроцитах	Агглюнины в сыворотке
0(I)	—	α, β
A(II)	A	β
B(III)	B	α
AB(IV)	A, B	—

В связи с этим различают четыре группы крови: 0 (I), A (II), B (III) и AB (IV). При совмещении сходных агглютиногенов эритроцитов с агглютинами плазмы происходит реакция агглютинации (склеивания) эритроцитов, которая лежит в основе групповой несовместимости крови. Этим положением необходимо руководствоваться при переливании крови.

Учение о группах крови значительно усложнилось в связи с открытием новых агглютиногенов. Например, группа A имеет ряд подгрупп, кроме того, найдены и новые агглютиногены — M, N, S, P и др. Эти факторы иной раз являются причиной осложнений при повторных переливаниях крови.

Люди с первой группой крови считаются универсальными донорами. Однако выяснилось, что эта универсальность не абсолютна. Это связано с тем, что у людей с первой группой крови в значительной степени выявлены иммунные анти-A- и анти-B-агглюнины. Переливание такой крови может привести к тяжелым осложнениям и, возможно, к летальному исходу. Эти данные послужили основанием к переливанию только одногруппной крови (рис. 4).

Переливание несовместимой крови ведет к развитию гемотрансфузионного шока (тромбозу, а затем гемолизу эритроцитов, поражению почек и др.).

Реципиент	Донор							
	O(I) Rh-	O(I) Rh+	A(II) Rh-	A(II) Rh+	B(III) Rh-	B(III) Rh+	AB(IV) Rh-	AB(IV) Rh+
O(I) Rh-	✓							
O(I) Rh+		✓						
A(II) Rh-	✓		✓					
A(II) Rh+	✓	✓	✓	✓				
B(III) Rh-	✓				✓			
B(III) Rh+	✓	✓			✓	✓		
AB(IV) Rh-	✓		✓		✓		✓	
AB(IV) Rh+	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Рис. 19. Совместимость групп крови:

Кроме основных агглютиногенов А и В, в эритроцитах могут быть и другие, в частности так называемый **резус-фактор (Rh-фактор)**, который впервые был найден в крови обезьяны макака-резус. По наличию или отсутствию резус-фактора выделяют резус-положительные (около 85 % людей) и резус-отрицательные (около 15 % людей) организмы. В лечебной практике резус-фактор имеет большое значение. Так, у резус-отрицательных людей переливание крови или повторные беременности вызывают образование резус-антител. При переливании резус-положительной крови людям с резус-антителами происходят тяжелые гемолитические реакции, сопровождающиеся разрушением перелитых эритроцитов.

В основе развития резус-конфликтной беременности лежит попадание в организм через плаценту резус-отрицательной женщины резус-положительных эритроцитов плода и образование специфических антител.

В таких случаях первый ребенок, унаследовавший резус-положительную принадлежность, рождается нормальным. А при второй беременности антитела матери, проникшие в кровь плода, вызывают разрушение эритроцитов, накопление билирубина в крови новорожденного и появление гемолитической желтухи с поражением внутренних органов ребенка.

Вероятности			
Резус отца	Резус матери	Резус ребёнка	Вероятность конфликта
+	+	75% + 25% -	Нет
+	-	50% + 50% -	50%
-	+	50% + 50% -	Нет
-	-	-	Нет

Рис. 20. Развитие резус-конфликта и его предотвращение:

Свертывание крови является защитной реакцией, которая предупреждает потерю крови и попадание в организм болезнетворных микробов. Это составляет многостадийный процесс. В нем принимает участие 12 факторов, которые находятся в плазме крови, а также вещества, высвобождающиеся из поврежденных тканей и тромбоцитов. В свертывании крови выделяют три стадии. Наследственное заболевание, при котором нарушено свертывание крови называется – гемофилия. Свертывание крови также нарушено при недостаточном количестве тромбоцитов, поражении печени (плохо образуется протромбин и фибриноген), низкой концентрации кальция в крови.

В практической медицине широко применяется переливание крови и ее препаратов. Для обеспечения кровью широко распространено донорство. Людей, которые сдают кровь в лечебных целях, называют донорами. У активных доноров разовая доза сдачи крови составляет 250—450 мл. Как правило, при этом происходит снижение количества гемоглобина и эритроцитов пропорционально количеству взятой крови. Скорость возвращения к норме крови донора зависит от многих причин, в том числе от дозы взятой крови, возраста, пола, питания и др.

Кроветворение – это образование форменных элементов крови. Кроветворение осуществляется в кроветворных органах. К кроветворным органам относятся красный костный мозг, селезенка, лимфатические узлы.

Лимфатическая система

Функции: 1. дополнительный дренаж тканей 2. защитная функция (иммунная) 3. образование лимфоцитов барьера для микробов и других вредных частиц, в т. ч. и опухолевых клеток, которые задерживаются в лимфатических узлах.

Дренажная функция лимфатической системы осуществляется посредством всасывания из тканей организма воды и растворенных в ней белков, продуктов распада клеток, бактерий и т.д. Объем образующейся лимфы зависит от количества воды, находящейся в межклеточных промежутках тканей организма, и от количества растворенных в этой воде химических веществ и белка. Если белки и углеводы из кишечника всасываются в кровь, то большинство жиров всасывается в лимфатические сосуды, а затем вместе с током лимфы поступают в кровоток.

К лимфатической системе относятся: 1. лимфоидные органы а) лимфатические узлы б) селезенка в) миндалины 2. лимфатические сосуды

Лимфа — прозрачная жидкость, имеющая щелочную реакцию рН 7,35— 9,0 и плотность 1,017— 1,026. По химическому составу близка к плазме крови, но отличается от нее меньшим содержанием м белка, ионов калия, кальция и др. Состав лимфы меняется в зависимости от особенностей деятельности и обмена веществ органа (части тела), откуда она оттекает. Отток

лимфы обеспечивается теми же факторами, которые определяют отток венозной крови — присасывающей функцией сердца, грудной клетки, работой мышц.

Тема 4.2. Кровообращение. Сердце. Гемодинамика.

Кровообращение – физиологический процесс непрерывного направленного движения крови в организме в результате деятельности сердца и сосудов.

Благодаря кровообращению осуществляются *газообмен* между организмом и внешней средой, обмен веществ между органами и тканями, *гуморальная* регуляция различных функций организма, перераспределение образующегося в организме тепла от ядра тела к поверхностным его частям.

Система кровообращения включает в себя сердце и сосуды.

Сердце у человека четырехкамерное и представляет собой биологический насос, перемещающий кровь по артериям и создающий в них относительно высокое давление. *Систола* – это процесс сокращения миокарда, *диастола* – его расслабление. Во время диастолы камеры сердца наполняются кровью, а во время систолы происходит изгнание крови из сердца в аорту. Сердечная мышца обладает рядом особых свойств, основными из которых являются ее автоматия, возбудимость, проводимость и сократимость.

В сосудистой системе различают несколько видов сосудов: *распределительные, обменные, собирательные (емкостные)*.

Распределительные сосуды – это аорта и наиболее крупные артерии, в которых ритмически пульсирующий, изменчивый кровоток трансформируется в более равномерный и плавный. К этой группе также относятся более мелкие артерии и артериолы, которые, подобно кранам, регулируют кровоток в капиллярах (их называют сосудами сопротивления, или резистивными сосудами).

Обменные сосуды – это сеть мельчайших капилляров, через тонкие стенки которых происходит обмен между кровью и тканями.

Собирательные, или емкостные, сосуды представляют собой венозный отдел сердечно-сосудистой системы, вмещающий от 60 до 80% всей крови.

Кроме того, существуют **шунтирующие сосуды**, которые представлены в виде артериовенозных анастомозов, обеспечивающих прямую связь между мелкими артериями и венами в обход капиллярного ложа.

Движение крови по сосудам происходит в соответствии с законами гидродинамики и определяется главным образом двумя факторами: **градиентом давления** в начале и конце сосуда в артериальном и венозном русле, что способствует продвижению крови по сосуду, **а также сопротивлением**, обусловленным трением частиц крови о стенки сосудов, препятствующим ее току.

Кровоток регулируется **нервными и гуморальными факторами**. Благодаря эластичности сосудистой стенки просвет сосудов способен в значительной мере изменяться в зависимости от потребностей тканей организма. Из-за наличия регулирующих влияний, исходящих из сосудодвигательного центра, стенки сосудов постоянно находятся в состоянии тонуса. Главным регулирующим органом является сосудодвигательный центр, расположенный в продолговатом мозгу на дне IV желудочка.

Артерии – это сосуды несущие кровь от сердца к органам. Артерии большого круга кровообращения несут артериальную кровь, а малого круга – венозную кровь. Самая крупная артерия – это аорта. Самые мелкие артерии называются артериолы. Стенка артерий состоит из 3 слоев: внутренняя оболочка, средняя оболочка (гладкая мышечная ткань), наружная оболочка. Между слоями стенки находятся эластические мембраны.

Вены – это сосуды, несущие кровь от органов к сердцу. Вены большого круга кровообращения несут венозную кровь, а малого круга артериальную. Самые мелкие вены называются венулы. Самая крупная вена – нижняя полая. В стенке вен отсутствуют эластические мембраны. Вены конечностей имеют клапаны, препятствующие обратному току крови.

Капилляры – мельчайшие кровеносные сосуды, через стенки которых проходит обмен веществ между кровью и тканями.

Круг кровообращения – это замкнутая система сосудов, по которым кровь движется от сердца к органам и обратно.

Большой круг кровообращения Начало: из левого желудочка начинается аорта Конец: заканчивается верхней и нижней полыми венами в правом предсердии. Значение: доставка кислорода органам и тканям.

Малый круг кровообращения: Начало: из правого желудочка начинается легочный ствол.(делится на 2 легочные артерии) Конец: заканчивается легочными венами(4 шт.) в левом предсердии Значение: обогащение крови кислородом в легких.

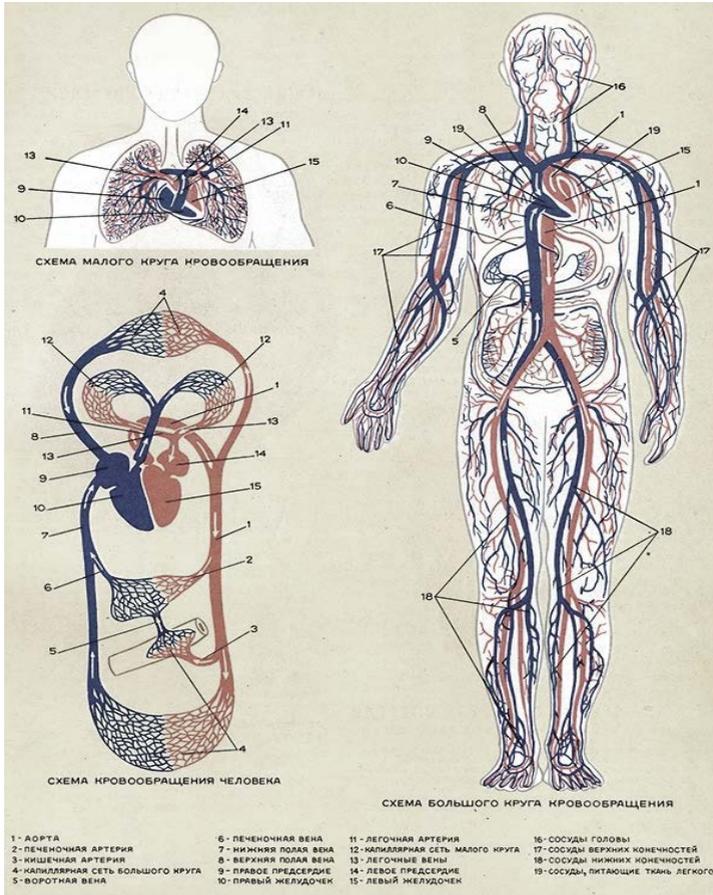


Рис 21. Сердечно-сосудистая система. Кровообращение

Кровяное давление – это сила, с которой кровь давит на стенку сосудов. Величина давления в артериях зависит от фазы сердечного цикла. Во время систолы оно максимально и называется систолическим, в период диастолы минимально и носит название диастолического. Систолическое давление у здорового человека молодого и среднего возраста в крупных артериях составляет 100-130 мм рт ст. Диастолическое – 60-80 мм рт ст. Разность между

систолическим и диастолическим давлением называется пульсовым давлением. В норме его величина 30-40 мм рт ст.

Повышение кровяного давления называется гипертонией, понижение – гипотонией. Артериальная гипертония возникает при старении, гипертонической болезни, заболеваниях почек и т.д. Гипотония наблюдается при шоке, истощении, а также нарушении функций сосудисто-двигательного центра.

Артериальным пульсом называются ритмические колебания артериальных стенок, обусловленные прохождением пульсовой волны. Пульсовая волна – это расширение артерий в результате систолического повышения артериального давления. Самым простым методом исследования артериального пульса является пальпаторный. Обычно пульс прощупывается на лучевой артерии путем прижатия ее к подлежащей лучевой кости. Так как характер пульса в основном зависит от деятельности сердца и тонуса артерий, по пульсу можно судить об их состоянии. Обычно определяют его следующие параметры:

1. Частота пульса. В норме 60-80 уд/мин.
2. Ритмичность. Если интервалы между пульсовыми волнами одинаковы, пульс ритмичный.
3. Скорость пульса. Это быстрота пульсового повышения и понижения давления. При патологии может наблюдаться быстрый или медленный пульс.

Механизм регуляции тонуса сосудов

Тонус сосудов во многом определяют параметры системной гемодинамики и регулируется *миогенными, гуморальными и нейрогенными* механизмами.

В основе *миогенного* механизма лежит способность гладких мышц сосудистой стенки возбуждаться при растяжении. Именно автоматия гладких мышц создает базальный тонус многих сосудов, поддерживает начальный уровень давления в сосудистой системе. В сосудах кожи, мышц, внутренних органов Миогенная регуляция тонуса играет относительно небольшую роль. Но в почечных, мозговых и коронарных сосудах она является ведущей и поддерживает нормальный кровоток в широком диапазоне артериального давления.

Гуморальная регуляция осуществляется физиологически активными веществами, находящимися в крови или тканевой жидкости. Их можно разделить на следующие группы:

1. **Метаболические факторы.** Они включают несколько групп веществ: *Неорганические ионы.* Ионы калия вызывают расширение сосудов, ионы кальция суживают их. *Неспецифические продукты метаболизма.* Молочная кислота и другие кислоты цикла Кребса расширяют сосуды. Таким же образом действует повышение содержания CO₂ и протонов, т.е. сдвиг реакции среды в кислую сторону. *Осмотическое давление* тканевой жидкости. При его повышении происходит расширение сосудов.

2. **Гормоны.** По механизму действия на сосуды делятся на 2 группы:

- **Гормоны, непосредственно действующие** на сосуды. Адреналин и норадреналин суживают большинство сосудов. В то же время, адреналин вызывает расширение сосудов мозга, почек, скелетных мышц. Вазопрессин преимущественно суживает вены, а ангиотензин II – артерии и артериолы. Поэтому при некоторых заболеваниях почек развивается почечная гипертензия. Брадикинин, гистамин, простагландины E расширяют сосуды, а серотонин суживает их.

- **Гормоны определенного действия.** Адренокортикотропный гормон и кортикостероиды надпочечников постепенно усиливают тонус сосудов и повышают кровяное давление.

Нервная регуляция сосудистого тонуса осуществляется сосудосуживающими и сосудорасширяющими нервами.

Сердце снабжается кровью через коронарные артерии, отходящие от аорты. Коронарные сосуды иннервируются симпатическими и парасимпатическими нервами, но первых больше. В состоянии покоя у человека через коронарные сосуды проходит 4-5% всего минутного объема крови или 200-250 мл/мин. При интенсивной физической работе коронарный кровоток возрастает в 5-7 раз.

Регуляция коронарного кровотока осуществляется миогенными, гуморальными и нервными механизмами. Первый обусловлен автоматией гладких мышц сосудов и обеспечивает

поддержание постоянства коронарного кровотока при колебаниях артериального давления от 75 до 140 мм рт ст. Важнейшим является гуморальный механизм. Наиболее мощным стимулятором расширения коронарных сосудов является недостаток кислорода.

Ишемия миокарда приводит к тяжелым нарушениям деятельности сердца. Уже через 5-10 минут прекращения кровотока наступает остановка сердца. Если аноксия длится 30 минут, то развиваются и структурные изменения в миокарде. После этого восстановить работу сердца невозможно. Поэтому 30-ти минутный срок называется вторым пределом реанимации.

Кровоснабжение мозга осуществляется двумя внутренними сонными и двумя позвоночными артериями, а отток крови происходит по двум яремным венам.

Через сосуды мозга в покое проходит 15% минутного объема крови. Мозг потребляет до 20% всего кислорода и 17% глюкозы. Он очень чувствителен к гипоксии и гипогликемии, а, следовательно, к ухудшению кровотока. За счет механизмов саморегуляции сосуды мозга способны поддерживать его нормальный уровень в широком диапазоне колебаний артериального давления. Однако при его подъеме выше 180 мм рт ст. возможно резкое расширение артерий мозга, увеличение проницаемости гематоэнцефалического барьера и отек мозга.

Основная роль принадлежит гуморальным факторам, в первую очередь метаболическим.

Существенной особенностью *сосудистой системы легких* является то, что они включают сосуды малого круга и бронхиальные артерии большого. Первые служат для газообмена, вторые обеспечивают кровоснабжение ткани легких

Через *почки* в состоянии покоя проходит 20% минутного объема крови. Причем 90% этой крови проходит через корковый слой, образованный нефронами. Давление в капиллярах сосудистых клубочков нефронов значительно выше, чем в других капиллярах большого круга и составляет 50-70 мм рт ст. Это связано с тем, что диаметр приносящих артериол больше, чем выносящих.

Сердечно-сосудистая система своими функциями обеспечивает *двигательную деятельность* человека. При усиленной и длительной мышечной работе предъявляются повышенные требования к деятельности сердца, что приводит к некоторым морфологическим изменениям в нем. Эти изменения в первую очередь сказываются на увеличении его размеров. Происходит гипертрофия (утолщение) миокарда и увеличение объема сердца. Наибольшее увеличение размеров сердца наблюдается у лыжников, велосипедистов, бегунов на длинные дистанции, гребцов, т. е. у лиц, занимающихся теми видами спорта, где физическое напряжение носит длительный характер.

Под влиянием систематических занятий спортом в сердце разрастается капиллярная сеть, она становится гуще, увеличивается количество анастомозов – улучшается кровоснабжение сердца. Занятия спортом оказывают положительное влияние на стенки сосудов, периферическое кровообращение и кроветворные органы. Стенки кровеносных сосудов у спортсменов обладают большей эластичностью, чем у лиц, не занимающихся спортом. Кроветворная функция красного костного мозга, селезенки и лимфатических узлов усиливается.

Кровотечения

Кровотечение — это истечение крови из сосудистого русла за пределы организма или в его полости. Кровотечения чаще возникают в результате механических воздействий, которые приводят к разрыву сосуда. Реже возможно повреждение стенки сосуда опухолью, при туберкулезном или другом патологическом процессе. В некоторых случаях кровотечения возникают в результате увеличения проницаемости стенки сосуда или нарушении свертываемости крови.

Кровотечения классифицируют на *наружные* и *внутренние*. Наружное кровотечение — истечение крови за пределы организма. Внутреннее кровотечение — кровотечение в полости организма

(брюшную, грудную). Распознать их довольно сложно.

По виду поврежденного сосуда кровотечения подразделяют на *артериальные, венозные, капиллярные, смешанные*.

Артериальное кровотечение характеризуется истечением алой крови пульсирующей струей под давлением. Кровотечение из крупных артерий может привести к быстрой гибели пострадавшего, поэтому его остановку необходимо производить в максимально короткие сроки.

При **венозных кровотечениях** кровь истекает непрерывной струей. Интенсивность кровотечения пропорциональна диаметру поврежденного сосуда. Для остановки венозного кровотечения необходимо выполнение тех же мероприятий, что и для остановки капиллярного. Давящая повязка в данном случае резко сужает просвет вен и способствует образованию кровяного сгустка. Также необходимо при дать поврежденной конечности возвышенное положение.

Капиллярные кровотечения возникают при повреждении мелких кровеносных сосудов. Кровь при этих кровотечениях выделяется всей раневой поверхностью. Объем истекаемой крови, как правило, незначителен. Помощь при капиллярном кровотечении заключается в обработке краев раны спиртовым раствором йода, закрытии поврежденного участка стерильной марлевой салфеткой, наложении давящей повязки.

Высотная болезнь.

Высотная болезнь (синоним высотная гипоксия) — нарушения функций и структуры органов и систем, возникающие в условиях пребывания человека на высоте. Вызваны недостаточной оксигенацией крови и тканей в связи со снижением парциального давления кислорода (pO_2) во вдыхаемом и альвеолярном воздухе. Развивается в полетах на летательных аппаратах и при «подъемах» в барокамерах на высотах более 4000 м при дыхании воздухом и на высотах 12000 м и более при дыхании кислородом. На земле при нормальном барометрическом давлении сходное состояние развивается при дыхании газовыми смесями с пониженным содержанием кислорода (14—13% и менее).

В основе патофизиологических механизмов лежат приспособительные реакции и патологические сдвиги, развивающиеся в организме при значительном недостатке кислорода во вдыхаемом воздухе. Первые направлены на сохранение снабжения кислородом жизненно важных органов и проявляются усилением деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем, перераспределением крови, стимулированием гормональной системы и ретикулярной формации ствола мозга. Вторые вызваны повреждающим действием дефицита кислорода на функции и структуры различных органов и систем, в первую очередь ц.н.с., и угнетением окислительных процессов.

Симптомы: увеличение в покое частоты сердечных сокращений и дыхания, повышение АД, одышка при физической нагрузке, быстрая утомляемость, сонливость, апатия, головная боль, тошнота, снижение остроты зрения, нарушение координации движений и работоспособности. На высотах до 4000 м в покое организм компенсирует недостаток кислорода. На больших высотах приспособительные реакции организма становятся неэффективными, происходит декомпенсация сердечной деятельности, наступает потеря сознания, прекращаются дыхание и работа сердца. При непродолжительном пребывании (несколько минут) на высотах 5000—7000 м болезненные ощущения нередко отсутствуют или наблюдаются эйфория, двигательное возбуждение, некритичное отношение к собственному состоянию и к окружающей обстановке. С увеличением высоты время сохранения сознания («резервное время») сокращается и составляет на высоте 6000 м — 30—60 мин, на высоте 9000 м — 1—2 мин, на высоте 12000 м — 10—15 с.

Защита от высотной болезни обеспечивается техническими средствами (герметические кабины, кислородно-дыхательная аппаратура, высотное снаряжение и др.), компенсирующими снижение pO_2 и барометрического давления. Профилактике способствует предварительная высотная *адаптация* и прием лекарственных средств (бемитил), повышающих устойчивость организма к условиям высоты. Разрабатываются приборы, сигнализирующие об уменьшении pO_2 во вдыхаемом и альвеолярном воздухе или развитии гипоксического состояния (по изменению уровня оксигемоглобина, ЭЭГ и др.). Практическое ознакомление членов экипажей летательных аппаратов с воздействием гипоксии позволяет самостоятельно распознавать В. б.

при аварийной ситуации в полете и своевременно принимать меры по восстановлению кислородного обеспечения организма.

Иммунитет

Иммунитет — совокупность защитных свойств организма, направленных на сохранение своей биологической целостности и индивидуальности.

Человек постоянно контактирует с миллионами микроорганизмов, вирусов, многие из которых при проникновении во внутреннюю среду способны вызывать инфекционные заболевания. В организме постоянно погибают клетки, выработавшие свой ресурс. Они должны уничтожаться, чтобы дать возможность развиваться новым клеткам. Таким образом, иммунитет направлен на защиту от внешней инфекции (бактерий, вирусов, простейших), от измененных и погибших клеток.

Иммунная система объединяет органы и ткани, в которых образуются или функционируют клетки, участвующие в осуществлении иммунитета.

Органы иммунной системы подразделяют на *центральные* и *периферические*.

К *центральной* относят: *красный костный мозг, тимус (вилочковая железа)*.

Периферические органы иммунной системы: селезенка, миндалины, лимфатические узлы, лимфоидные образования стенки кишечника.

Красный костный мозг, — основной кроветворный орган у человека. Он расположен в губчатом веществе костей и состоит из миелоидной ткани, в которой из стволовой кроветворной клетки образуются все виды форменных элементов (эритроциты, лейкоциты и тромбоциты). Из указанных форменных элементов иммунную функцию выполняют только лейкоциты. При этом моноциты и гранулоциты после созревания направляются в кровь, лимфоциты далее дифференцируются в тимусе.

Тимус (вилочковая железа), — небольшой орган, распо ложенный за грудиной. В его корковом веществе лимфоциты проходят первичную дифференцировку и становятся Т-лимфоцитами. В дальнейшем они направляются в периферические органы иммунной системы, где происходит их дальнейшая специализация.

Клетки мозгового вещества синтезируют гормон *тимозин*, регулирующий процесс дифференцировки Т-лимфоцитов.

Селезенка, - представляет собой паренхиматозный орган, расположенный в левом подреберье. У селезенки выделяют *диафрагмальную* и *висцеральную* (прилежит к внутренним органам) поверхности. Последняя контактирует с желудком, ободочной кишкой, левой почкой. В центре висцеральной поверхности находятся ворота селезенки — место проникновения в орган сосудов и нервов, питающих и иннервирующих орган. Снаружи селезенка покрыта брюшиной.

В селезенке проходят окончательную дифференцировку Т- и В-лимфоциты, уничтожение старых эритроцитов; захват железа, выделившегося после их разрушения; депонирование крови.

Лимфатические узлы, лимфоидные образования являются основным местом для функционирования лимфоцитов. В этих органах лимфоциты контактируют с микроорганизмами, вирусами, уничтожают их и приобретают способность распознавать и запоминать их антигены, т.е. проходят окончательную антигензависимую дифференцировку.



Рим. 22. Клеточный и гуморальный иммунитет.

Большой вклад в понимание механизма иммунитета внес русский ученый И. И. Мечников. В 1863 г. он предложил теорию клеточного иммунитета и фагоцитоза. Он обнаружил способность лейкоцитов проникать через стенку сосудов в ткани и мигрировать к скоплениям микроорганизмов. Приблизившись к бактериальной клетке, лейкоцит обволакивает ее и поглощает. Вокруг микробной клетки формируется окруженная мембраной вакуоль, куда лизосомы изливают свое содержимое, обеспечивая разрушение клеточной стенки и всех структур бактерии альной клетки. Процесс захвата и переваривания инородных агентов называется *фагоцитозом*, а клетки, которые могут осуществлять этот процесс, — *фагоцитами*.

В уничтожении проникших микроорганизмов принимают активное участие и *лимфоциты*. В-лимфоциты вырабатывают антитела (иммуноглобулины). Выделяют несколько классов иммуноглобулинов: А, D, E, G и M. Каждый из них отвечает за выполнение определенных функций, для них существует своя локализация в организме. Антитела, соединяясь с бактерией, делают клетку микроорганизма более уязвимой для макрофага.

Т-лимфоциты подразделяют на несколько классов: Т-киллеры («убийцы») уничтожают чужеродные агенты; Т-хелперы («помощники») активируют В-лимфоциты, стимулируя их превращение в плазматические клетки; Т-супрессоры («угнетатели») снижают иммунный ответ организма на антигенное воздействие; Т-мемори («клетки памяти») сохраняют информацию об инородных агентах, которые когда-либо проникли во внутреннюю среду организма (при повторном их проникновении ответная реакция организма развивается быстрее и интенсивнее).

Естественный и искусственный иммунитет

Естественный иммунитет может быть *врожденным* и *приобретенным* (после перенесенного заболевания). **Искусственный иммунитет** подразделяют на *активный* (под действием вакцин) и *пассивный* (под действием сывороток). Действительно, после введения вакцины В-лимфоциты сами вырабатывают антитела против определенного инфекционного агента. С сывороткой вводятся уже готовые антитела.

Естественный приобретенный иммунитет не может развиваться к некоторым заболеваниям. К ним относятся, например, сифилис, ангина и т.д. В большинстве случаев естественный приобретенный иммунитет не является пожизненным.

Существуют заболевания, которые поражают иммунную систему человека. Одним из самых опасных является синдром приобретенного иммунодефицита (СПИД). Он вызывается вирусом

иммунодефицита человека (ВИЧ). Этот вирус поражает систему Т-лимфоцитов, угнетая их способность противодействовать инфекционным агентам. В результате человек умирает не от СПИДа, а от вторичных инфекций (от пневмонии, сепсиса и др.).

Учитывая основные пути передачи (половой, через нестерильные шприцы — у наркоманов и медицинские инструменты), для профилактики заражения этой инфекцией необходимо: избегать случайных половых контактов; не принимать наркотики; в медицинских учреждениях использовать одноразовые иглы и шприцы, стерильные инструменты; у всех доноров перед переливанием крови проводить специальные исследования на носительство ВИЧ.

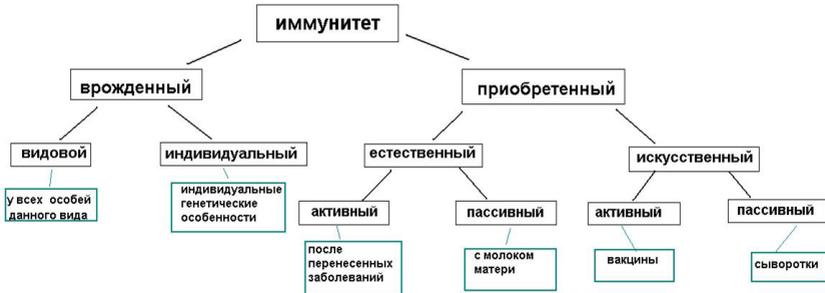


Рис. 23. Классификация я иммунитета

Формирование иммунитета.

Организм человека генетически запрограммирован на защиту от некоторых заболеваний, на уничтожение измененных и отживших клеток. В то же время иммунная система постоянно совершенствуется: приобретает способность к распознаванию и уничтожению новых инфекционных агентов, с которыми человек ранее не сталкивался.

ВИД	АКТИВНЫЙ	ПАССИВНЫЙ
Цель	Заблаговременная профилактика, лечение хронических инфекций	Экстренная профилактика, лечение острых инфекционных заболеваний
Препараты	Вакцина (АГ)	Сыворотки, иммуноглобулины (АГ)
Сроки формирования	Через 7 и более дней после введения препарата	В момент введения препарата
Продолжительность	От 6 мес. до 10 лет	2-4 недели
Механизм	Гуморальный, клеточный	Гуморальный
Контроль	Серологические реакции, кожно-аллергические реакции	Не проводится

Рис. 24. Искусственный иммунитет
Воспаление.

После преодоления инфекционным агентом барьеров кожи и слизистых оболочек он сталкивается с тканевыми микро- и макрофагами. Последние выполняют в организме функцию «пограничников»: уничтожив небольшую часть проникших бактерий, они предоставляют информацию иммунной системе о вторжении в пределы организма чужеродных агентов.

Эволюционно для борьбы организма с инфекцией выработалась защитная реакция, получившая название «воспаление». При этом на участке проникновения инфекционных агентов кровотока замедляется. Из крови в ткани выходят фагоциты—нейтрофилы (микрофаги), которые передвигаются к источнику инфекции и уничтожают основную массу

микроорганизмов. Далее в ткани попадают моноциты — макрофаги, которые фагоцитируют оставшиеся бактерии и погибшие нейтрофилы.

Эти механизмы и обуславливают воспаление. При этом ткани, вовлеченные в процесс, уплотнены и болезненны. Если воспаление находится на коже и видимых слизистых, то заметно их покраснение (гиперемия). Как правило, этот процесс характеризуется либо местным, либо общим повышением температуры (гипертермией) и на рушением функции органа.

Аллергия — состояние организма, которое характеризуется повышенной чувствительностью иммунной системы к некоторым антигенам, что приводит к повреждению собственных клеток и тканей организма. Аллергия может возникать в ответ на контакт с какими-либо биологическими веществами (пыльцой растений, шерстью животных), химическими веществами (некоторыми лекарствами, пищевыми продуктами). При аллергии ответ иммунной системы на введение антигенов избыточен относительно стимула. В результате антителами и биологически активными веществами повреждаются собственные клетки и ткани организма. Проявляться аллергия может в виде покраснений на коже, зуда, чиханья, насморка, слезотечения, приступов удушья.

Защитные факторы организма

Защитные факторы организма подразделяются на *специфические* и *неспецифические*.

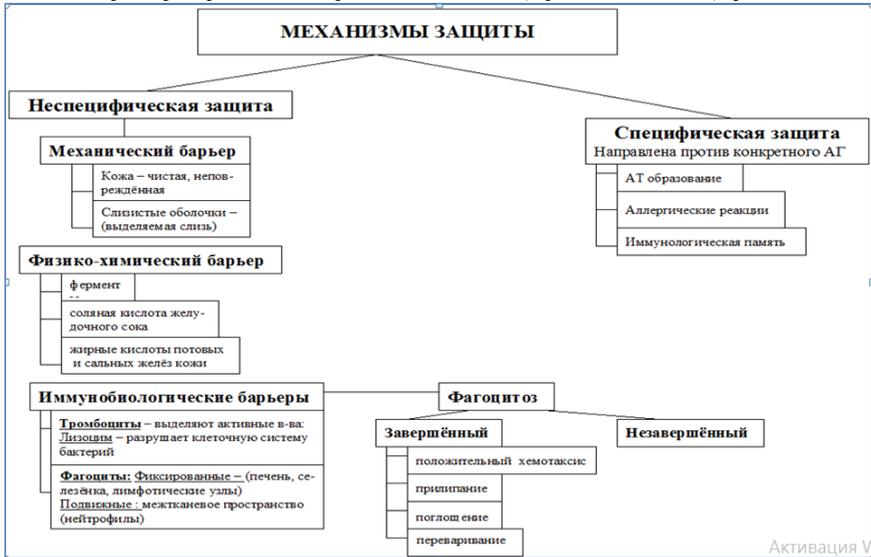


Рис. 25. Защитные факторы организма

Неспецифическая защита препятствует попаданию в организм всех патогенных бактерий и вирусов. Патогенный микроорганизм должен преодолеть барьер из нормальной микрофлоры человека (на коже и слизистых оболочках). Являясь безвредной для макроорганизма, микрофлора выступает в роли антагонистов для патогенных бактерий и вирусов. Следующим барьером служат кожа и слизистые оболочки. Они, как правило, трудно проницаемы для большинства болезнетворных микроорганизмов. Вырабатываемые ими секреты, лизоцим, значительная толщина эпителия зачастую являются непреодолимым препятствием.

В организме вырабатывается еще и особое вещество, способное блокировать развитие вирусов. Оно носит название *интерферон*.

В случае прохождения этих барьеров в уничтожение патогенных микроорганизмов включаются фагоциты и гуморальные факторы иммунитета.

Специфические защитные факторы направлены на уничтожение конкретного вида возбудителя. Как правило, специфическая защита возникает после контакта (заболевание, вакцинация) с микроорганизмом. Против антигенов данного вида бактерий (вирусов) синтезируются специфические антитела. Они и запускают дальнейший процесс уничтожения проникших возбудителей.

Различные классы Т-лимфоцитов способны сами уничтожать бактериальные клетки, сохранять информацию о когда-либо проникавших в организм бактериях или вирусах. При повторном проникновении в организм этого же агента иммунная система мгновенно отвечает его уничтожением. В результате заболевание не возникает.

Некоторые болезнетворные вирусы и бактерии имеют родственные виды, которые по антигенному составу схожи с ними, однако заболеваний они вызывать не могут. При введении их в организм возникает иммунный ответ, завершающийся сохранением информации об антигенах проникших агентов. Если после этого в организм попадают болезнетворные микроорганизмы, имеющие те же антигены, то заболевание не возникает. Связано это с тем, что иммунная система уже готова к вторжению бактерий или вирусов, имеющих соответствующие антигены, и происходит их быстрый фагоцитоз.

Вакцины — это профилактические препараты, которые содержат антигены бактерий или вирусов, активирующих иммунную систему для защиты от болезнетворных микроорганизмов. Вакцины могут состоять из живых болезнетворных микроорганизмов; убитых и ослабленных болезнетворных микробов или их частей, содержащих необходимые антигены. Благодаря вакцинации от неизлечимых болезней были спасены миллионы людей, резко снизилась заболеваемость полиомиелитом, корью, коклюшем, дифтерией, сибирской язвой, чумой; ликвидирована натуральная оспа.

Сыворотки — лекарственные вещества, содержащие антитела против вызывающих заболевание антигенов. Их готовят из крови животных или человека, переболевших каким-либо инфекционным заболеванием или привитых вакцинами. При введении в организм сыворотки — готовых антител — они связываются с проникшими антигенами и активируют иммунный ответ. Сыворотки используют для экстренной профилактики инфекционного заболевания или его лечения. С помощью сывороток можно предотвратить или лечить грипп, столбняк, коклюш, ботулизм, дифтерию и другие заболевания.

Литература

- Анатомия и физиология человека : учеб. для студ. учреждений сред проф. образования / И.В.Гайворонский, Г.И.Ничипорук, А.И.Гайворонский. — 9_е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2014. — 496 с.
- Авиационная медицина/ под ред. Н.М.Рудного, В.И.Копанева. – Ленинград, 1984. – 383с.
- Агаджанян НА., Власова И.Г., Ермакова Н.В., Трошин В.И. Основы физиологии. - М.: Изд-во РУДН, 2000 - 408 с.
- Власова И.Г., Торшин В.И. Альбом физиологических показателей в графиках, схемах, цифрах. - М.: Изд-во УДН, 1998. - 65 с.
- Киеня А.И., Бандажевский Ю.И. Здоровый человек. - Минск: ИП «Экоперспектива», 1997. - 108
- Макаров В.А., Тараканов О.П. Словарь-справочник по функциональным системам организма. - М., 1993.
- Ноздрачев А.Д. Физиология вегетативной нервной системы. -Л.: Наука, 1983. - 295 с.
- Нормальная физиология: Курс физиологии функциональных систем / Под ред. К.В. Судакова. - М.: МИА, 1999. - 718 с.
- Судаков К.В. Эмоциональный стресс и артериальная гипертензия. - М., 1976. - 116 с.
- Федюкович Н. И. Анатомия и физиология человека: Учебное пособие.— Ростов н/Д: изд-во: «Феникс», 2003. - 416 с.
- Физиология сердца / Под ред. Б.И. Ткаченко. - СПб.: Спец. лит-ра, 1998. -128 с.
- Физиология человека / Под ред. Р. Штмидта, Г. Тевса. - В 4-х т. - М.: Мир, 1985.
- Фолков Ф., Нил Э. Кровообращение. - М.: Медицина, 1976. - 463 с.