

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра биологии, природопользования и экологической безопасности**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.06 Физиология человека**

**Направление подготовки: 20.03.06 Техносферная  
безопасность**

**Профиль образовательной программы: Безопасность  
жизнедеятельности в техносфере**

**Квалификация выпускника: бакалавр**

## СОДЕРЖАНИЕ:

### 1. Конспекты лекций

1.1	Лекция № 1 «Организм человека и его основные физиологические функции. Системные принципы регуляции физиологических функций».....	3
1.2	Лекция № 2 «Физиология системы крови».....	5
1.3	Лекция № 3 «Сократительная функция сердца».....	8
1.4	Лекция № 4 «Физиология органов дыхания».....	11
1.5	Лекция № 5 «Физиология органов пищеварения. Особенности обмена веществ в живом организме».....	13
1.6	Лекция № 6 «Роль выделительных процессов в поддержании гомеостаза. Физиология мочевыделительной системы».....	16
1.7	Лекция № 7 «Гуморальная регуляция функций организма».....	18
1.8	Лекция № 8 «Нервная регуляция функций организма».....	21
2.	<b>Методические указания по выполнению лабораторных работ</b>	
2.1	ЛР-1 «Клетка как единица физиологических процессов обмена».....	25
2.2	ЛР-2 «Цитоморфология крови. Переливание крови».....	27
2.	ЛР-3 «Измерение пульса и кровяного давления в покое и при физической нагрузке».....	29
2.4	ЛР-4 «Механизм лёгочного дыхания. Структурно-функциональная единица лёгких».....	31
2.5	ЛР-5 «Особенности пищеварения в каждом отделе ЖКТ».....	32
2.6	ЛР-6 «Выделительная функция почек. Регуляция системы мочеобразования».....	36
2.7	ЛР-7 «Физиология эндокринных желёз центрального и периферического отдела».....	38
2.8	ЛР-8 «Физиология нейрона, спинного и головного мозга».....	40
2.9	ЛР-9 «Особенности условно-рефлекторной и высшей нервной деятельности человека».....	42

# 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

## 1.1 Лекция №1 (2 часа)

**Тема: «Организм человека и его основные физиологические функции. Системные принципы регуляции физиологических функций».**

### 1.1.1 Вопросы лекции:

- 1 Организм человека как большая и сложная система.
- 2 Организм как целое единство функций и форм.
- 3 Единство организма и внешней среды. Понятие о гомеостазе.
- 4 Ритмичность физиологических функций.

### 1.1.2 Краткое содержание вопросов

**1 Организм человека как большая и сложная система.** Объективные возможности для изучения физиологических функций организма создает общая теория систем.

Система (от греч. sistema) – целое, составленное из частей, их соединение. Функциональная система – совокупность взаимосвязанных органов и элементов управления физиологическими реакциями, обеспечивающих единую функцию с положительным конечным результатом.

Общая теория систем вошла в историю науки с именем Л. Бергаланфи в конце 40-х годов нашего столетия. В рамках самого понятия систем следует выделить основополагающие системные принципы: а) *целостность* – несводимость свойств системы к сумме ее частей, б) *структурность* – возможность описания системы через ее структуру, в) *иерархичность* – соподчиненность составляющих элементов системы, г) *взаимосвязь системы и среды*.

Понятие функциональной системы в современную физиологию ввел П. К. Анохин. Под функциональной системой он понимал такое объединение различных органов, структурных образований организма, благодаря которому достигается полезный приспособительный результат.

В рамках функциональной системы выявляется вероятностный характер поведения организма. Выбор ответной реакции в ответ на действие внешнего раздражителя осуществляется в условиях неопределенности. Однако для биологической системы неопределенность выбора ограничивается реакциями, направленными на получение полезного приспособительного результата.

Взаимодействие различных структур в складывающейся функциональной системе обуславливает ее дальнейшее развитие на основе частных механизмов интеграции (нервных, гуморальных, эндокринных). В свою очередь, сложившаяся функциональная система детерминирует деятельность отдельных органов, поднимая их работу на новую качественную ступень. Внутреннее единство их функций является необходимым условием формирования функциональной системы управления жизнедеятельностью целостного организма.

**2 Организм как целое единство функций и форм.** Живой организм представляет собой единое целое, в котором частные физиологические процессы подчинены закономерностям работы сложной целостной системы. По образному выражению Гегеля, члены и органы живого тела становятся простыми частями лишь под рукой анатома.

Процесс познания физиологических закономерностей немислим без глубокого изучения структуры органа или системы органов. Поэтому изучение макро- и микроструктуры органа – необходимый этап познания сущности физиологических процессов. Разумеется, речь идет не о механических аналогиях, а о глубоком понимании связи между структурой и функцией живого органа или целостной живой системы.

Каждый орган или система органов выполняет специфическую функцию. Однако самостоятельность системы или органа в поведенческом акте является относительной. Так, в реализации пищевой поведенческой реакции проявления физиологической активности оказываются подчиненными решению главной задачи – удовлетворению потребности в пище.

**3 Единство организма и внешней среды. Понятие о гомеостазе.** Потребности живого организма могут быть удовлетворены только в результате активного взаимодействия его с внешней средой. Благодаря этому взаимодействию живой организм растет, развивается, накапливает энергию в виде пластических веществ и богатых энергией химических соединений. Организм всех живых систем является открытой системой, он обменивается со средой веществом, энергией и информацией. Эта энергия расходуется на выполнение различных видов работы, свойственных живому организму: механической, химической, электрической, осмотической и др. Программа работы энергетической системы организма осуществляется внешними и внутренними управляющими системами.

*Внутреннее управление* заложено в самой функциональной системе. В основе этой формы управления лежат внутренние по своей природе механизмы, подчиняющиеся общим физико-химическим законам (например, закону действующих масс). *Внешнее управление* воздействует на энергетическую систему через ядерную ДНК, информомомы, информационную РНК, а также посредством нейросекреторных, эндокринных и других химических регуляторов (в том числе и регуляторов, действующих в экологических сообществах). Иначе говоря, внешнее управление вырабатывается специальными механизмами, обособленными от управляемого элемента.

Генетическая управляющая система выступает регулятором не по отношению к самой себе, а к элементам, лежащим вне ее. ДНК структурных генов через систему информомом и РНК передает закодированную в ней информацию для синтеза ферментов, определяющих метаболические реакции и процесс биосинтеза белка.

В клетках организма функционирует не более 2–8% генетической информации. Предполагают, что остальные 98–92% информации генома блокировано белками гистонами. В управлении репрессорной или дерепрессорной функцией гистонов принимают участие макромолекулы, получаемые клетками организма в эмбриональном периоде при помощи *креаторного* (творческого) обмена макромолекулами живой ткани. В группу межклеточных «связников» входят аминокислоты, их полимеры (олиго- и полипептиды), производные аминокислот, холестерина и высших жирных кислот. Аминокислоты и их производные соединения обеспечивают межнейронные и нервно-мышечные межклеточные взаимодействия.

Движение потоков энергии в организме определяется главным образом синтезом, накоплением свободной энергии в фосфорорганических соединениях типа АТФ и аккумуляцией электрической энергии на мембранах митохондрий. Характер этих процессов в целом сходен у всех живых организмов – от анаэробных микробов до высших животных.

Управление процессами жизнедеятельности в организме строится по принципу системной иерархичности: элементарные процессы жизнедеятельности подчинены сложным системным зависимостям. Не случайно нервная система у человека и высших животных построена по принципу соподчинения низших отделов высшим. Низшие уровни управления обеспечиваются автоматическими системами регуляции, поддерживающими заданный режим жизнедеятельности.

*Высший уровень* регуляции физиологических функций целостного организма и взаимоотношение организма и среды обеспечиваются центральной нервной системой (I уровень регуляции – I р. с.). *Второй уровень* регуляции обеспечивается вегетативной нервной системой (II р. с.). Она регулирует функции внутренних органов, главным образом их специфическую активность (например, усиливает или угнетает специфические функции сердца – силу сокращения, частоту сокращений и др.). *Третий уровень* регуляции (III р. с.) осуществляется эндокринной системой. Эндокринные железы выделяют в кровь гормоны – химически активные вещества, активизирующие или тормозящие работу ферментных систем, а через них – физиологические функции целостного организма. Неспецифическая регуляция физиологических функций осуществляется жидкими средами организма (кровью, лимфой). Это *четвертый уровень* регуляции. В целостном организме все эти уровни регуляции находятся во взаимной связи, обеспечивая получение полезного результата функционирования как отдельного

органа, системы, так и организма в целом. В этом проявляется системность регуляции физиологических функций целостного организма.

**4 Ритмичность физиологических функций.** Процессы жизнедеятельности организма периодически усиливаются или ослабляются под влиянием экзогенных и эндогенных факторов (биологическая ритмичность). В соответствии с классификацией, предложенной Ф. Халбергом, можно выделить *биоритмы высокой частоты* с периодом менее 1/2 ч, от 1/2 до 20 ч, от 20 до 28 ч – *циркадианные* (околосуточные) и от 28 ч до 6 суток – *инфрадианные*. К биоритмам *низкой частоты* относятся околонедельные и околόμεсячные. Выделены также сезонные, годовичные и многолетние ритмы (например, 18-летние ритмы – циклы Метона).

В конце прошлого века немецкий врач В. Флисс заметил, что некоторые заболевания обостряются с периодичностью 23 дня (у мужчин) и 28 дней (у женщин). Позднее австрийский профессор А. Тельтшер обратил внимание на 33-дневные колебания работоспособности студентов. В последующие годы сложилась теория биоритмов физической, эмоциональной и интеллектуальной активности. В этой триаде максимальный уровень физической, эмоциональной и интеллектуальной активности наблюдается с периодичностью соответственно 23, 28 и 33 дня.

Факторы, действующие в повторяющихся процессах, имеют 24-часовую периодичность. Животные приспособляют свою генетически обусловленную схему поведения к условиям освещения, к чередованию дня и ночи. Наиболее высокий уровень физиологической активности в течение суток у человека отмечается между 8–13 и 16–19 ч. К этому времени могут быть приурочены сложные виды трудовой деятельности или тяжелые физические нагрузки. В эти же часы наблюдается и более высокая экономичность выполнения работы по сравнению с послеобеденным или ночным временем суток.

Хорошо известны колебания физиологической активности на протяжении года или нескольких лет. Сезонные и годовичные ритмы связаны с изменением высоты стояния солнца над горизонтом. Основой биологических ритмов являются внутренние (эндогенные) механизмы отсчета времени. Полагают, что эндогенный отсчет времени обусловлен скоростью генетической транскрипции и ритмичностью процессов внутриклеточного обмена.

Ритмические изменения жизнедеятельности сохраняются даже в том случае, если внешние факторы остаются неизменными или, напротив, резко изменяются. Например, изменение температуры внешней среды не может существенно изменить суточные колебания температуры тела. В то же время химическое подавление некоторых реакций внутриклеточного обмена может нарушить ритмичность в работе целостного организма.

Биологические ритмы – это в конечном итоге результат системного отражения организмом экзогенных факторов на основе внутреннего, природного ритма биологической активности. Системный подход в физиологии выступает в качестве того связующего элемента, который позволяет рассматривать функции живого организма как проявление внутреннего единства структуры и функции, осуществляемое в определенных пространственно-временных параметрах. Этот принцип вытекает из основных законов диалектики и может служить методологическим фундаментом для раскрытия закономерностей жизнедеятельности целостного организма.

## **1.2 Лекция №2 (2 часа)**

**Тема: «Физиология системы крови».**

### **1.2.1 Вопросы лекции:**

- 1.1 Понятие о системе крови. Основные функции крови.
- 1.2 Состав и количество крови человека.
- 1.3 Биологическая роль плазмы.
- 1.4 Физиология форменных элементов крови.

### **1.2.2 Краткое содержание вопросов**

**1 Понятие о системе крови.** Основные функции крови. Кровь - одна из жидких сред организма, циркулирующая по сосудам и внутренней среде организма по замкнутой системе. *Внутренняя среда* – это комбинация жидкостей в организме, которая снабжает все клетки организма веществами, необходимыми для жизнедеятельности, и выделяет при этом продукты обмена (метаболиты). В состав жидких сред входят кровь, лимфа, тканевая и цереброспинальная жидкости. В среднем у человека около 60% воды от массы тела, что составляет 42 л при весе 70 кг. *Система крови* (по Г.Ф. Лангу) – периферическая кровь, циркулирующая по сосудам, органы кроветворения (красный костный мозг, лимфатические узлы, селезенка), органы кроверазрушения (селезенка, печень, красный костный мозг) и регулирующий ней-рогуморальный аппарат. Все перечисленные компоненты данной системы участвуют в выполнении основных функций крови.

**Функции крови** – *транспортная и трофическая* (перенос питательных и физиологически активных веществ), *дыхательная* (перенос кислорода и углекислого газа), *экскреторная* (доставка шлаков из организма к органам выделения), *терморегуляционная* (перенос тепла из одних частей тела к другим), *обеспечение водно-солевого обмена* (транспорт воды и ионов), *поддержание гомеостаза* (постоянство внутренней среды организма), *гуморальная регуляция* (за счет доставки этих регуляторов к органам-мишеням), *защитная* (поддержание неспецифического и специфического иммунитета).

Количество крови у человека составляет 6-8% от массы тела (4,5 – 6 л у 70-килограммового человека). В норме (спокойное состояние) циркулирует только 50% крови, остальная часть крови находится в депонированном состоянии (кровяные депо – селезенка, печень, легкие, подкожная жировая клетчатка).

Состав и свойства крови. Кровь состоит из жидкой плазмы (55 – 60%) и форменных элементов (40 – 45%), состоящих из лейкоцитов, эритроцитов, тромбоцитов. Плазма состоит из воды (до 90%), неорганических солей (до 1%) и органических веществ (до 9%). Важное значение в жизнедеятельности организма имеют белки плазмы – глобулины и альбумины. *Белки плазмы крови* регулируют водный обмен, выполняют защитную функцию, поддерживают осмотическое давление плазмы. *Глобулин* составляет защитную основу крови за счет антигенов, нейтрализует токсины (инородные тела). Белок крови фибриноген участвует в свертывании крови при кровопотерях.

В поддержании *буферной функции* (смягчение агрессивного действия избытка кислых и щелочных продуктов) крови значительную роль играет буферная активность гемоглобина и эритроцитов. Гемоглобин в тканях нейтрализует кислые продукты промежуточного обмена.

**2 Состав и количество крови человека.** Кровь состоит из жидкой плазмы и форменных элементов – лейкоцитов, эритроцитов, тромбоцитов. Путем центрифугирования в специальном капилляре – гематокрите определяется объемное содержание плазмы и форменных элементов. На долю форменных элементов приходится 40 – 45%, остальной объем занимает плазма крови.

Общее количество крови в организме составляет 6 – 8% от массы тела, т. е. от 5 до 6 дм<sup>3</sup>. Однако в нормальных условиях жизнедеятельности только половина крови циркулирует по кровяному руслу. Остальная кровь депонируется преимущественно в венозных сосудах органов брюшной полости, нижних конечностей, в паренхиматозной ткани селезенки и печени. В коже, подкожной жировой клетчатке кровь циркулирует в 10 – 20 раз медленнее, чем в других органах. Это дополнительное депо крови.

В плазме крови содержится 90 – 92% воды и 8 – 10% сухого остатка, состоящего из белков, органических соединений и минеральных солей. Около 30 – 40% плазмы составляет небелковый азот, т. е. азот, входящий в состав продуктов гидролитического расщепления белка и продуктов, подлежащих выведению из организма (мочевина, креатин, креатинин, аммиак). В плазме крови содержится от 170 до 200 мг% холестерина, 20 – 30 мг% молочной кислоты, от 80 до 110 мг% глюкозы.

Ионный состав плазмы представлен ионами Na<sup>+</sup> (350 мг%), Cl (320–350 мг%), Ca<sup>2+</sup> (10–12 мг%), K<sup>+</sup> (18–20 мг%), HCO<sub>3</sub> (150–160 мг%) и др. Плазма содержит незначительное количество ферментов – амилаз, липаз, оксидаз, принимающих участие в окислительно-восстановительных реакциях.

Наиболее важное значение в жизнедеятельности организма играют белки плазмы – глобулины и альбумины.

**3 Биологическая роль плазмы.** Наиболее важную биологическую роль играют белки плазмы крови. Глобулины составляют основу защитных факторов крови. В частности, антитела синтезируются в основном из  $\gamma$ -глобулинов. При попадании в организм антигенов, т. е. белковых тел, имеющих отличную от человеческого организма генетическую структуру (микробы, вирусы, белковые токсины), антитела связываются с ними своими активными центрами. Микроорганизмы при этом теряют способность к размножению, а токсины нейтрализуются.

Антитела синтезируются в плазматических клетках, являющихся производными особой группы лимфоцитов, так называемых В-лимфоцитов. Они образуются из стволовых клеток костного мозга. При попадании антигенов в кровь В-лимфоциты превращаются в плазматические клетки под влиянием тимусзависимых, т. е. проходящих в процессе созревания через тимус (вилочковую железу), лимфоцитов. В крови человека содержатся и так называемые нормальные антитела. Они образуются в результате антигенной стимуляции крови кишечной и другой микрофлорой, не вызывающей заболеваний. В синтезе нормальных антител ведущая роль принадлежит белкам глобулиновой фракции. Синтез глобулинов происходит в печени и органах ретикуло-эндотелиальной системы.

Белковый комплекс пропердин, содержащий липиды и полисахариды, способен вступать в реакции с белками вирусов и бактерий, инактивируя их болезнетворное действие. Другой защитный фактор – интерферон действует на внедрившиеся в клетку вирусы, разрушая их генетическую структуру.

**4 Физиология форменных элементов крови.** Основной физиологической функцией эритроцитов является связывание и перенос кислорода от стенок легочных альвеол к органам и тканям организма. Этот перенос становится возможным благодаря особенностям строения эритроцита и химическому строению входящего в его состав гемоглобина.

*Эритроцит* является высокоспециализированной безъядерной клеткой крови. Ядро утрачивается эритроцитом в процессе созревания. Поверхностная оболочка – мембрана эритроцита непроницаема для коллоидов. Сквозь нее свободно проходят кислород, ионы  $H^+$ ,  $Cl$ ,  $HCO_3^-$  и  $OH^-$ . Избирательная проницаемость мембраны играет важную роль в выполнении дыхательной функции эритроцита.

Гидратация связанного эритроцитом  $CO_2$  приводит к накоплению избытка ионов  $HCO_3^-$  и свободному их выходу в плазму. Вследствие этого эритроцит поглощает новые порции  $CO_2$ , освобождая ткани от его избытка. Высокая проницаемость мембраны эритроцита для анионов  $Cl^-$  приводит к увеличению в плазме свободных катионов  $Na^+$ , которые образуют с ионами  $HCO_3^-$  бикарбонат – важнейший составной элемент буферной системы крови.

Около 90% сухого вещества эритроцитов составляет гемоглобин Hb, а 10% –

минеральные соли, глюкоза, протеины, липоиды. Диаметр эритроцита крови человека составляет 7,0 – 7,5 мкм, а общая поверхность эритроцитов, при содержании их в 1 мм<sup>3</sup> крови от 4,5 до 5 – 6 млн., составляет около 3000 м<sup>2</sup>.

*Гемоглобин* – сложное химическое соединение с молекулярной массой 66000 + 2000. Он состоит из белка глобина и четырех молекул тема (железопорфирина). В молекуле тема содержится атом железа, который легко соединяется с кислородом и столь же легко его отдает. Валентность железа при этом не изменяется. Гемоглобин крови человека составляет 14 – 15% ее массы, т. е. около 700 – 750 г. Эритроциты играют важную роль в регуляции водного и солевого обмена. Через них проходит до 2000 дм<sup>3</sup> воды в сутки. С функцией эритроцитов в значительной мере связаны и буферные свойства крови.

Основной функцией *лейкоцитов* является способность захватывать и переваривать белковые инородные тела (антигены), главным образом – бактерии, попавшие в кровь. После контакта с антигеном лейкоциты вырабатывают защитные антитела – *иммуноглобулины*. Эта функция выполняется особыми клеточными формами крови – Т- и В-лимфоцитами.

Различают *зернистые* (гранулоциты) и *незернистые* (агранулоциты) лейкоциты. Гранулоциты по-разному окрашиваются кислыми и основными красителями. В соответствии

с этим признаком они делятся на нейтрофилы, базофилы и эозинофилы. К агранулоцитам относятся лимфоциты и моноциты.

*Нейтрофилы* составляют 60–70% всех лейкоцитов. Основная их функция – защита от микробов и их ядов (токсинов). Эти клетки обладают способностью к амебоидному движению. Они свободно проходят через стенки капилляров и активно передвигаются к месту скопления бактерий. Захватывая и переваривая бактерии, они могут пожертвовать и собственной жизнью. В этом случае говорят о незавершенном фагоцитозе, так как фагоцит погибает раньше, чем успевает справиться с инородными белковыми телами. Но обычно нейтрофил захватывает и полностью разрушает бактерии (завершенный фагоцитоз).

*Базофилы* составляют не более 0,5% всех лейкоцитов. Они продуцируют гепарин, входящий в антисвертывающую систему крови, участвуют в синтезе биологически активного вещества гистамина. *Эозинофилы* (лейкоциты, окрашиваемые кислыми красками) разрушают токсины белковой природы. Количество их невелико — от 1 до 4% от общего числа лейкоцитов.

*Моноциты* являются активными фагоцитами. Проникая к месту внедрения микробов — воспалительному очагу, они превращаются в гигантские фагоциты – макрофаги. Переваривая захваченный антиген, моноцит обеспечивает оптимальную его концентрацию для индуцирования защитной функции лимфоцитов.

*Лимфоциты* составляют от 25 до 30% общего числа лейкоцитов. Значение их многообразно. Лимфоциты играют ведущую роль в иммунологических процессах: они не только распознают проникшие в организм болезнетворные бактерии, вирусные, чужеродные белки, но и активно защищают его от этих антигенных элементов.

Важнейшим фактором иммунологической системы крови являются *T-лимфоциты*. Они выполняют роль строгого иммунного контролера: практически на любой из антигенов в крови человека имеется группа Т-лимфоцитов, определяющая программу биосинтеза антител (иммуноглобулинов), осуществляемого В-лимфоцитами.

*В-лимфоциты* после получения программы биосинтеза антител превращаются в плазмоциты – своеобразные фабрики антител.

В Т-лимфоцитах происходит синтез веществ, активизирующих фагоцитоз и воспалительные реакции. Иначе говоря, это стражи генетической чистоты организма: отторжение чужеродных тканей, уничтожение собственных мутантных клеток и их замена новыми (регенерация тканей) осуществляются при прямом участии или под их контролем.

Помимо участия в реакциях иммунологической защиты, лимфоцитам принадлежит роль регуляторов кроветворной функции. Имеются данные о том, что Т-лимфоциты определяют соотношение клеток эритроцитарного, лейкоцитарного и тромбоцитарного рядов. Лимфоциты способны синтезировать  $\alpha$ - и  $\beta$ -глобулины, входящие в состав антител.

Лейкоциты – короткоживущие клетки крови. Продолжительность их жизни не превышает 1 – 2 недель. Однако среди лимфоцитов имеет место и «долгожительство». После контакта с антигеном (инородным телом белковой природы) лимфоцит становится «фабрикой» специфических антител, а продолжительность его жизни увеличивается в десятки и сотни раз.

*Тромбоциты* (бляшки Биццоцери) – мелкие безъядерные клетки, быстро разрушающиеся вне кровяного русла. В 1 мм<sup>3</sup> крови содержится от 200 000 до 400 000 тромбоцитов. Способность тромбоцитов к быстрому разрушению при контакте с поврежденной стенкой кровеносного сосуда или окружающими тканями является чрезвычайно важным условием свертывания крови.

### **1.3 Лекция №3 (2 часа)**

**Тема: «Сократительная функция сердца».**

#### **1.3.1 Вопросы лекции:**

- 1 Общие положения, касающиеся кровообращения.
- 2 Сердечный цикл.



3 Свойства сердечной мышцы. Автоматия сердца.

4 Возбудимость и рефрактерность сердечной мышцы. «Закон сердца» Франка-Старлинга.

5 Гемодинамика.

### 1.3.2 Краткое содержание вопросов

**1 Общие положения, касающиеся кровообращения.** Непрерывное движение крови по замкнутой системе сосудов малого и большого кругов кровообращения осуществляется благодаря сократительной функции сердца. *Большой круг кровообращения* обеспечивает кровоснабжение органов тела богатой кислородом кровью, а также собирает венозную кровь и приносит ее к сердцу. В *малом (легочном) круге кровообращения* происходит обогащение крови кислородом.

Венозная кровь большого круга через правый желудочек и легочные артерии направляется к легким, а насыщенная кислородом кровь попадает через легочные вены в левое предсердие. Благодаря ритмическим сокращениям желудочков кровь из левого желудочка выталкивается в аорту, а из правого – в легочные артерии.

**2 Сердечный цикл.** Сокращение сердечной мышцы происходит в строгой последовательности, с закономерным ритмом. В сердечном цикле выделяют систолу предсердий, продолжающуюся при частоте сокращений 75 раз в 1 мин 0,04–0,07 с, систолу желудочков (0,3 с), диастолу желудочков (0,5 с). За 0,1 с до окончания диастолы желудочков начинается систола предсердий. Следовательно, диастола предсердий продолжается 0,7 с.

Совместная диастола предсердий и желудочков (пауза) продолжается 0,4 с. Из общей продолжительности сердечного цикла, равного в рассмотренном случае 0,9 с, желудочки находятся в состоянии сокращения 1/3 времени, а предсердия – вдвое меньше. Как в систоле, так и в диастоле желудочков различают несколько фаз.

В структуре сокращения желудочков выделяют фазы асинхронного и изометрического сокращения, быстрого и медленного изгнания. В *фазе асинхронного сокращения* желудочков часть мышечных волокон сокращается, часть – расслабляется. Давление в желудочках при этом не изменяется. Продолжительность этой фазы при рассмотренной уже частоте пульса составляет около 0,05 с. Асинхронное сокращение сменяется *изометрическим*, при котором происходит напряжение желудочков с изменением их формы. Внутрижелудочковое давление остается постоянным. Продолжительность изометрического сокращения составляет около 0,03 с. На всем протяжении фазы напряжения аортальный и атриовентрикулярные клапаны сердца остаются закрытыми.

**3 Свойства сердечной мышцы. Автоматия сердца.** Закономерный характер чередования фаз сердечного сокращения обусловлен автономной саморегулирующей системой сердца, называемой проводящей. *Проводящая система сердца* состоит из атипической мышечной ткани (богатые гликогеном мышечные волокна Пуркинье). Скопление клеток проводящей системы (водители ритма) находятся в области синоатриального узла, предсердно-желудочковой перегородки, в толще мышечных стенок левого и правого желудочков (пучки волокон Гиса).

*Первичным водителем ритма* является синоатриальный узел, расположенный в устье полых вен. Клетки этого узла обладают наибольшей скоростью спонтанной (самопроизвольной) деполяризации. Из синоатриального узла возбуждение распространяется по стенке правого предсердия к атриовентрикулярному узлу – *вторичному водителю ритма*.

Из атриовентрикулярного узла в перегородку желудочков направляется толстый мышечный пучок Гиса. Конечные разветвления проводящей системы сердца представлены мышечными волокнами Пуркинье, анастомозирующими с сократительными волокнами сердечной мышцы. Проводящая система сердца регулирует ритмические сокращения изолированного сердца.

В специально созданных условиях можно длительно поддерживать ритмические сокращения даже отдельных клеток сердца. Самопроизвольное ритмическое сокращение изолированных клеток сердца – веский аргумент в пользу миогенной природы автоматии сердца.

Мышечные клетки миокарда – миоциты соединяются между собой при помощи межклеточных вставочных дисков – *нексусов*. Плотная упаковка облегчает проведение

возбуждения в миокарде, сама сердечная мышца сокращается как единое целое. Сердечная мышца и проводящая система сердца представляет собой функциональный синцитий. Эта точка зрения находит подтверждение в электрофизиологических экспериментах.

#### **4 Возбудимость и рефрактерность сердечной мышцы. «Закон сердца» Франка-Стерлинга.**

Возбудимость отдельных частей неодинакова. Наиболее возбудимым является синоатриальный водитель ритма – узел Кейт-Флака. Менее возбудимы предсердно-желудочковый узел и волокна атипической мышечной ткани, входящие в состав пучков Гиса. Возбудимость сократительной мускулатуры сердца значительно ниже возбудимости его проводящей системы.

Очевидным исключением из этого закона является «закон сердца» Франка – Стерлинга. Растянутая увеличенным притоком крови сердечная мышца сокращается с большей силой (гетерометрический механизм увеличения силы сокращения). Это наблюдается при увеличении притока крови к сердцу. В растянутых волокнах сердечной мышцы увеличивается площадь взаимодействия актиновых и миозитовых нитей. Следовательно, и сила сокращения увеличивается. Увеличение мощности сердечного выброса в этом случае имеет важное адаптивное значение, например, при больших физических нагрузках сила сердечного сокращения растет и при повышении давления в крупных артериях (гомеометрический эффект).

**5 Гемодинамика.** Скорость и объем кровотока. В результате сокращения сердца кровь нагнетается в сосудистое русло. Движение крови по сосудам подчиняется законам гидродинамики. Однако в силу эластичности сосудов и резких перепадов давления крови на сосудистые стенки во время сокращения и расслабления сердца эти законы приобретают в организме новое, более сложное содержание.

Кровь движется по артериям непрерывно, хотя сердце выбрасывает ее отдельными порциями, толчками. Следовательно, движение крови по сосудам дополняется эластическими силами сосудов, запаасающих энергию во время сокращения сердца. Такой способностью обладают не только крупные сосуды, но и артериолы. Движение крови по венам происходит в результате присасывающего действия грудной клетки, сокращения скелетных мышц, а также наличия клапанов в крупных венах, препятствующих обратному течению крови.

Показатели гемодинамики, характеризующие объем и скорость кровотока, – объемная и линейная скорости кровотока – могут быть рассчитаны по формулам с учетом поправок на особенности движения крови в кровеносных сосудах.

*Объемная скорость* движения крови по сосудам зависит от разности давлений в начале и в конце, а также от вязкости крови.

С точки зрения гидродинамики кровь – необычная жидкость. Взвешенные в плазме эритроциты, по показателю гематокрита, составляют более 40% массы крови. Если бы вместо эритроцитов в крови содержались твердые вещества, то ее вязкость превышала бы вязкость воды в 500 раз! Фактически же превышение это не более чем в 3 – 4 раза. Этому способствует особое строение красных кровяных телец. Мембрана эритроцита жидкая и свободно перетекает по узкому просвету капилляров, не препятствуя кровотоку. Эритроцит – гидродинамическая невидимка.

Объем крови, протекающей за 1 мин по сосудам в любом участке замкнутой системы, одинаков: приток крови к сердцу равен его оттоку. Следовательно, низкая линейная скорость кровотока должна компенсироваться увеличением суммарного просвета сосудов. Сохранение постоянной объемной скорости кровотока при малом суммарном просвете сосудов происходит за счет высокой линейной скорости.

Время кругооборота крови составляет в среднем 20 – 25 с, т. е. в течение 1 мин весь объем циркулирующей крови проходит по сосудам большого и малого круга 2,5 – 3 раза. Скорость кровотока и время кругооборота увеличиваются при напряженной работе. Вследствие этого возрастает минутный объем крови, т. е. объем крови, выбрасываемой сердцем в 1 мин. Такое увеличение объема кровотока связано с выходом в общее русло депонированной крови и учащением сердечной деятельности при сохранении объема крови, выбрасываемого сердцем за одно сокращение (ударный объем крови).

## 1.4 Лекция № 4 (2 часа)

### Тема: «Физиология органов дыхания».

#### 1.4.1 Вопросы лекции:

- 1 Газообмен в легких.
- 2 Транспорт газов кровью и газообмен в тканях.
- 3 Дыхание при физической работе.

#### 1.4.2 Краткое содержание вопросов

Дыхание – непрерывный биологический процесс газообмена между организмом и внешней средой. В процессе дыхания атмосферный кислород связывается кровью и доставляется в клетки и ткани организма. Внутриклеточное дыхание обеспечивает освобождение энергии, необходимой для поддержания жизнедеятельности. Образующийся при этом диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ) переносится кровью к легким и удаляется с выдыхаемым воздухом. Таким образом, в процессе легочного дыхания происходят и экскреторные процессы. Обогащение крови кислородом происходит в результате легочного газообмена, при котором гемоглобин крови превращается в оксигемоглобин, а избыток  $\text{CO}_2$  переходит в полость легочных альвеол. Насыщенная кислородом кровь отдает его тканям. Накопившийся в результате внутриклеточного дыхания  $\text{CO}_2$  переходит при этом в кровь (тканевой газообмен). Конечное звено в утилизации кислорода – биологическое окисление в клеточных энергетических машинах (митохондриях).

**1 Газообмен в легких.** Дыхание у человека и высших животных осуществляется практически полностью через легкие. Через кожу и пищеварительный тракт поглощается не более 1 – 1,5% получаемого организмом кислорода. Обновление воздуха в органах дыхания происходит в результате ритмической смены вдоха и выдоха. Часть поступающего в дыхательные пути воздуха не участвует в обмене. Это воздух «вредного пространства» – носоглотки, трахеи, бронхов и бронхиол, где не происходит обмен газами вдыхаемого воздуха и крови. Объем его составляет... 140 – 150 см<sup>3</sup>.

Поступление воздуха в легкие (вдох) является результатом сокращения дыхательных мышц и увеличения объема легких. Выдох происходит вследствие расслабления дыхательных мышц. При этом ребра и грудина опускаются книзу, а более высокое, чем в грудной полости, внутрибрюшное давление смещает купол диафрагмы в сторону легких. При форсированном вдохе в работу вовлекаются мышцы верхней части туловища. Форсированному выдоху способствует сокращение мышц живота.

Как при вдохе, так и при выдохе сохраняется отрицательное давление в межплевральной полости, находящейся между париетальным (пристеночным) и висцеральным (легочным) листками плевры. Это обусловлено эластическим сопротивлением легочной ткани, препятствующей передаче атмосферного давления на пристеночный листок плевры. Величина отрицательного давления на вдохе составляет около 0,9 кПа, на выдохе — около 0,3 кПа (1 кПа=7,5 мм рт. ст.).

Эффективность внешнего дыхания может быть оценена по величине легочной вентиляции, т. е. по объему воздуха, проходящего через дыхательные пути. Она зависит от частоты и глубины дыхания. *Величина легочной вентиляции* косвенно связана с жизненной емкостью лёгких (ЖЕЛ). Взрослый человек за один дыхательный цикл вдыхает и выдыхает в среднем около 500 см<sup>3</sup> воздуха. Этот объем называется *дыхательным*. При дополнительном (после нормального вдоха) максимальном вдохе можно вдохнуть еще 1500 – 2000 см<sup>3</sup> воздуха. Это дополнительный объем воздуха. После спокойного выдоха можно дополнительно выдохнуть еще около 1500 см<sup>3</sup> воздуха. Это дополнительный объем выдоха. Жизненная емкость легких равна суммарной величине дыхательного и дополнительного объемов вдоха и выдоха.

*Диффузионная способность легких* тем выше, чем больше площадь газообмена, выше коэффициент диффузии и больше растворимость газов в жидкости альвеолярных мембран. С увеличением толщины мембраны диффузионная способность ухудшается.

Количество газа, переходящего через стенки легочных альвеол в единицу времени, характеризует скорость диффузии. Она хорошо коррелирует с мощностью работы и количеством гемоглобина в крови.

При увеличении объема крови и скорости кровотока в легких сокращается время контакта воздуха и крови. При этом происходит резкое увеличение поступления кислорода в кровь, хотя диффузионная способность легких не изменяется. Это результат увеличения альвеолярно-капиллярного градиента по кислороду. Кратковременность контакта воздуха и крови компенсируется увеличением скорости перехода кислорода в кровь.

В состав выдыхаемого воздуха входят 15 – 18% кислорода, 3,5 – 5,0% углекислого газа. Количество азота остается практически неизменным и составляет около 80%.

**2 Транспорт газов кровью и газообмен в тканях.** Перенос кислорода к тканям осуществляется эритроцитами крови. В плазме крови его растворено не более 0,3%. В нормальных условиях жизнедеятельности в крови человека содержится 14 – 15% гемоглобина, способного связать около 20 см<sup>3</sup> кислорода на 100 см<sup>3</sup> крови. Эта величина называется *кислородной емкостью* крови.

Перенос CO<sub>2</sub> осуществляется преимущественно в виде бикарбонатов (51 об%) и карбогемоглобина (4,5%). В растворенном виде транспортируется 2,5 – 3,0% CO<sub>2</sub>.

В крови поддерживается такой уровень содержания кислорода и углекислого газа, который обеспечивает нормальный метаболизм тканей. Переход кислорода, связанного гемоглобином, в ткани и освобождение тканей от избытка CO<sub>2</sub> определяется величиной парциального давления этих газов в крови и тканях. Парциальное давление CO<sub>2</sub> в тканях составляет около 8 кПа (60 мм рт. ст.). В притекающей к ним артериальной крови оно не превышает 6 кПа (45 мм рт. ст.). Диффузный градиент (перепад) в 2 кПа обеспечивает переход CO<sub>2</sub> из тканей в кровь.

Парциальное давление кислорода в тканях непостоянно. При интенсивной работе оно может быть близким к нулю. В этом случае кислород артериальной крови стремительно переходит в работающие ткани. Парциальное давление кислорода в оттекающей от тканей крови уменьшается примерно в два раза (в венозной крови остается 10 – 12 объемных процентов кислорода). Величина усвоенного тканями кислорода, выраженная в процентах к общему количеству кислорода в артериальной крови, называется *коэффициентом утилизации кислорода*. В покое утилизируется около 35 – 40% кислорода. При работе в условиях кислородной недостаточности коэффициент утилизации кислорода повышается до 60 – 70%.

**3 Дыхание при физической работе.** Повышенные энергетические траты, связанные с мышечной работой, сопровождаются усилением обменных процессов, протекающих как в анаэробных, так и в аэробных условиях. В дыхательной функции при мышечной работе происходят адаптационные изменения, которые совершенствуются по мере роста тренированности.

В результате систематической мышечной деятельности происходит увеличение жизненной емкости легких. У спортсменов зрелого возраста она составляет в среднем 4,7– 4,8 дм<sup>3</sup> против 3–3,5 дм<sup>3</sup> у нетренированных людей. Индивидуальные колебания жизненной емкости легких могут быть весьма значительными: у отдельных лиц жизненная емкость легких достигает 6,5–7 дм<sup>3</sup> и более. Высокие показатели жизненной емкости легких отмечаются у пловцов, лыжников, бегунов на средние и длинные дистанции. У спортсменов повышается способность к форсированному выдоху. Изменение жизненной емкости легких и экскурсии грудной клетки сопровождается увеличением общей поверхности легочных альвеол. При этом растет их проницаемость для газов атмосферного воздуха и крови.

## 1.5 Лекция №5 (2 часа)

**Тема: «Физиология органов пищеварения. Особенности обмена веществ в живом организме».**

### 1.5.1 Вопросы лекции:

- 1 Сущность процессов, происходящих в желудочно-кишечном тракте.
- 2 Типы пищеварения.
- 3 Всасывание.
- 4 Пищеварение в различных отделах пищеварительного тракта: пищеварение в ротовой полости, пищеварение в желудке.

### 1.5.2 Краткое содержание вопросов

**1 Сущность процессов, происходящих в желудочно-кишечном тракте.** Ежедневно взрослый человек должен получать около 80-100 г белков, 80-100 г жира и 400 г углеводов. Они поступают с пищей. Вместе с ними в пище содержатся минеральные соли, микроэлементы, витамины, а также балластные вещества, которые являются ценным компонентом пищи. Сущность пищеварения заключается в том, что после необходимой механической обработки, т. е. размельчения и растирания пищи во рту, желудке и в тонком кишечнике (все проч. вещество) происходит гидролиз белков, углеводов и жиров. Он проходит в два этапа - *вначале в полости пищеварительного тракта происходит разрушение полимера до олигомеров, а затем - в области мембраны энтероцита (пристеночное, или мембранное пищеварение) - происходит окончательный гидролиз до мономеров - аминокислот, моносахаридов, жирных кислот, моноглицеридов. Молекулы-мономеры с помощью специальных механизмов всасываются, т. е. реабсорбируются через апикальную поверхность энтероцитов и переходят в кровь или лимфу, откуда поступают в различные органы, проходя первоначально через систему воротной вены печени. Все "балластные" вещества, которые не смогли быть гидролизованы ферментами желудочно-кишечного тракта, идут в толстый кишечник, где с помощью микроорганизмов подвергаются дополнительному расщеплению (частичному или полному), при этом часть продуктов этого расщепления всасывается в кровь макроорганизма, а часть идет на питание микрофлоры. Микрофлора способна также продуцировать биологически активные*

**2 Типы пищеварения.** В зависимости от происхождения гидролитических ферментов различают:

- 1) собственное пищеварение - оно идет за счет ферментов, вырабатываемых человеком или животным;
- 2) симбионтное - за счет ферментов симбионтов, например, ферментов микроорганизмов, населяющих толстый кишечник;
- 3) аутолитическое - за счет ферментов, вводимых вместе с пищей. Это, например, характерно для молока матери, в нем содержатся ферменты, необходимые для створаживания молока и гидролиза его компонентов. У взрослого человека главное значение в процессах пищеварения имеет собственное пищеварение.

В зависимости от локализации процесса гидролиза питательных веществ различают:

- 1) внутриклеточное и 2) внеклеточное пищеварение, причем внеклеточное делится на: а) дистантное, или полостное, и б) контактное, или пристеночное пищеварение. Внутриклеточное пищеварение представляет собой процесс, происходящий внутри клетки. Фагоциты - яркий пример использования этого способа гидролиза. Как правило, внутриклеточное пищеварение осуществляется с помощью гидролаз, расположенных в лизосомах. В процессе собственно (истинного) пищеварения у человека основная роль принадлежит полостному и пристеночному пищеварению.

Полостное пищеварение

Оно совершается в различных отделах ЖКТ, начиная с ротовой полости, но его выраженность различна. Слюнные железы, железы желудка, панкреатическая железа, многочисленные железы кишечника вырабатывают соответствующие соки (слюну - в ротовой

полости), в которых помимо различных компонентов содержатся ферменты - гидролазы, осуществляющие гидролиз соответствующих полимеров - белков, сложных углеводов, жиров. Он заканчивается образованием мелких молекул - дисахаридов, дипептидов, жирных кислот, моноглицеридов.

#### Пристеночное (мембранное) пищеварение

Идея о существовании пристеночного пищеварения была высказана А. М. Уголевым в 1963 г. Проводя опыты с отрезком тонкой кишки, он обнаружил, что гидролиз крахмала под влиянием амилазы в присутствии отрезка тонкой кишки крысы, обработанного специальным образом (для удаления собственной амилазы) происходит значительно быстрее, чем без него. Уголев А. М. предположил, что в апикальной части энтероцитов происходит процесс, способствующий окончательному перевариванию питательных веществ. Последующее развитие науки подтвердило правильность этой гипотезы, которая в настоящее время признана аксиомой физиологии пищеварения. Пристеночное пищеварение осуществляется на апикальной поверхности энтероцита.

**3 Всасывание.** Всасывание нутриентов - питательных веществ, является конечной целью процесса пищеварения. Этот процесс осуществляется на всем протяжении ЖКТ - от ротовой полости до толстого кишечника, но интенсивность этого процесса различна: в ротовой полости, в основном, всасываются моносахариды, некоторые лекарственные вещества, например, нитроглицерин; в желудке, в основном, всасываются вода и алкоголь; в толстом кишечнике - вода, хлориды, жирные кислоты; в тонком кишечнике - все основные продукты гидролиза. В 12-перстной кишке всасываются ионы кальция, магния, железо; в этой кишке и в начале тощей кишки идет преимущественно всасывание моносахаридов, более дистально происходит всасывание жирных кислот, моноглицеридов, а в подвздошной кишке - всасывание белков, аминокислот. Жирорастворимые и водорастворимые витамины всасываются в дистальных участках тощей кишки и в проксимальных участках подвздошной.

Не все области тонкой кишки "заняты" процессом всасывания, дистальные участки обычно не участвуют в этом процессе. Однако при патологии проксимальных участков дистальные участки берут на себя эту функцию. Таким образом, в организме существует защитный вариант всасывания.

Механизмы транспорта (всасывание веществ) многообразны. Часть веществ, например вода, может проходить через межклеточные (межэнтероцитарные) промежутки - это механизм персорбции. Таким образом, кстати, происходит и процесс реабсорбции воды в собирательных трубках почки. В ряде случаев имеет место механизм эндоцитоза - поглощение энтероцитом большой, неразрушенной молекулы внутрь клетки, а затем выделение ее в интерстиций и в кровь за счет механизма экзоцитоза. Очевидно, таким способом транспортируются иммуноглобулины у новорожденных и грудных детей, вскармливаемых женским молоком. Не исключено, что у взрослых ряд молекул также транспортируется за счет эндоэкзоцитоза.

Важное место среди механизмов всасывания занимают механизмы пассивного транспорта - диффузия, осмос, фильтрация, а также облегченная диффузия (транспорт без затрат энергии по градиенту концентрации, но с использованием "транспортёров") - Механизм осмоса позволяет реабсорбировать большой объем воды - в среднем за сутки около 8 л (2,5 - с пищей, остальная вода - это вода пищеварительных соков): вместе с осмотически активными веществами, например, с глюкозой, аминокислотами, ионами натрия, кальция, калия - в энтероциты входит пассивно вода. Частично вода входит в интерстиций, а затем и в кровь за счет процессов фильтрации, если гидростатическое давление в полости кишечника превышает осмотическое давление в этой среде, то это создает возможность для ре-абсорбции воды с помощью фильтрационного механизма.

**4 Пищеварение в различных отделах пищеварительного тракта: пищеварение в ротовой полости, пищеварение в желудке.** Три большие парные слюнные железы - околоушная (продуцирует серозную слюну, богатую ферментами, но с малым содержанием слизи - муцина), подъязычная и подчелюстная (обе смешанные, продуцируют серозную и слизистую слюну) и масса мелких слюнных желез, расположенных в слизистой ротовой полости. В сумме за сутки

выделяется 0,5-2 литра, из них 30% приходится на долю околоушной железы. Вне приема пищи слюноотделение происходит для увлажнения полости рта и уровень секреции равен 0,24 мл/мин. В процессе жевания продукция слюны возрастает более чем в 10 раз и составляет 3-3,5 мл/мин.

Максимальное выделение, например, на лимонный сок, достигает 7,4 мл/мин. Так как слюнные железы являются также и органами выделения, то в слюне всегда имеются продукты, выводимые почками и другими органами выделения: мочевины, мочевая кислота, аммиак, креатинин, их уровень существенно повышается при нарушении функции почек. В слюне содержатся муцин, лизоцим (мурамидаза), различные гидролазы: альфа-амилаза (расщепляется крахмал до декстринов и мальтазы) и альфа-глюкозидаза, или мальтаза. Эти ферменты при pH 6,8-7,4 способны начать гидролиз углеводов. Слюна также содержит протеазы: катепсин, glandулаин, саливаин, липазу, щелочную и кислую фосфатазы, РНК-азу, нуклеазы. Однако роль этих ферментов остается неясной, так как в ротовой полости и в желудке эти ферменты не действуют. Роль слюны - это смачивание пищи, растворение и гидролиз питательных веществ (главным образом углеводов), ослизнение пищи.

**Регуляция слюноотделения** - это сложнорефлекторный процесс, совокупность безусловных и условных рефлексов. Раздражение рецепторов ротовой полости, также как и органов обоняния, зрения вызывает активацию центров, регулирующих слюноотделение.

**Пищеварение в желудке.** На слизистой желудка на 1 мм<sup>2</sup> находится примерно 100 желудочных ямок, в каждую из которых открываются от 3 до 7 просветов желудочных желез. Железы желудка по своему составу и характеру секрета неодинаковы: клетки фундальных желез представлены главными, обкладочными и добавочными клетками, которые продуцируют соответственно пепсиногены, HCl, слизь. Клетки кардиальной части желудка, расположенные вокруг пищевода, в основном представлены добавочными клетками, продуцирующими слизь. В пилорической части желудка, в основном, имеются главные клетки. Таким образом, ведущее значение в продукции желудочного сока имеют железы фундального отдела желудка.

За сутки выделяется 2-2,5 литра. Натощак секретится незначительное количество (вариант запального сока). В момент начала приема пищи и после того, как пища попала в желудок, секреция желудочного сока постепенно возрастает и держится на сравнительно высоком уровне 4-6 часов от момента приема пищи. Наибольшее количество желудочного сока выделяется на белковую пищу, меньше - на углеводную и еще меньше - на жирную. Следовательно, характер выделения желудочного сока и его объем зависят от вида и объема пищи.

В норме желудочный сок богат ионами водорода, поэтому его pH = 1,5-1,8. Это обусловлено содержанием в соке соляной кислоты. До сих пор не дано четкого объяснения механизма секреции HCl.

В целом, обкладочные клетки при максимальном возбуждении способны за 1 час продуцировать 23 моль HCl. Образование HCl - это аэробный процесс, поэтому при гипоксии, в том числе, вызванной недостатком гастрального кровообращения, секреция HCl уменьшается.

Помимо HCl, желудочный сок содержит воду (995 г/л), хлориды (5-6 г/л), сульфаты, фосфаты, бикарбонаты, ионы натрия, калия, кальция. Главным компонентом являются ферменты - пепсины (около 8 видов), гидролизующие белки до крупных полипептидов, липаза (она здесь неактивна) и, конечно, муцин, благодаря которому организуется слизистый барьер - важнейший механизм, предотвращающий разрушение слизистой желудка под влиянием HCl и пепсинов.

## 1.6 Лекция № 6 (2 часа)

**Тема: «Роль выделительных процессов в поддержании гомеостаза. Физиология мочевыделительной системы».**

### 1.6.1 Вопросы лекции:

- 1 Общая характеристика органов выделения.
- 2 Структурно-функциональная единица почек.
- 3 Почечный кровоток и механизм его регуляции.
- 4 Клубочковая фильтрация.
- 5 Реабсорбция в почечных канальцах.

### 1.6.2 Краткое содержание вопросов

**1 Общая характеристика органов выделения.** Выделение – это процесс освобождения организма от продуктов обмена, которые не могут использоваться организмом, чужеродных и токсических веществ, избытка воды, солей, органических соединений.

К органам выделения относятся почки, легкие, потовые железы, желудочно-кишечный тракт. Легкие выделяют углекислый газ, пары воды, некоторые летучие вещества: пары эфира, алкоголя. Слюнные железы, железы желудка и кишечника способны выделять тяжелые металлы при попадании их в организм, лекарственные вещества, например, салицилаты, чужеродные органические соединения, роль этих желез возрастает при снижении функции почки.

Особое место среди органов выделения занимает почка.

Почка является истинным органом выделения – благодаря ее деятельности происходит экскреция конечных продуктов азотистого обмена и чужеродных веществ: мочевины, мочевой кислоты, креатинина, аммиака. Мочевина образуется в результате катаболизма белка. Примерно за сутки из 100 г белка освобождается 16 г азота или 30 г мочевины. Из нуклеиновых кислот образуется мочевая кислота – за сутки ее выделяется с мочой до 0,7 г, а из креатинфосфата в мышцах образуется креатин, который за счет дегидратации превращается в креатинин, который и выделяется с мочой, в среднем за сутки до 1,5 г. В почках происходит процесс дезаминирования ряда аминокислот, в том числе глутаминовой, в результате чего образуется токсическое соединение – аммиак, который частично превращается в аммоний за счет присоединения к себе ионов водорода. За сутки аммиака выделяется 0,3–1,2 г. Когда экскреторная функция почек нарушается, то в крови увеличивается содержание мочевины, мочевой кислоты, креатинина, аммиака

В норме концентрация этих веществ составляет:

мочевины – 5 ммоль/л, мочевой кислоты – 0,25–0,30 ммоль/л, креатинина – 60–100 мкмоль/л, аммиака – 0,03–0,08 мкмоль/л.

Почка осуществляет экскрецию лекарственных и избытка органических веществ, поступивших с пищей или образовавшихся в ходе метаболизма, например, глюкозы, аминокислот

Почка является одновременно и органом регуляции – за счёт механизмов мочеобразования регулируются объемы циркулирующей крови, внутри- и внеклеточной воды, постоянство осмотического давления и ионного состава плазмы и других жидкостей организма, осуществляется регуляция кислотно-щелочного состояния (КЩС).

В почках совершается метаболизм многих веществ. Например, в эпителии проксимальных канальцев из профильтрованных белков происходит гидролиз белков и образование аминокислот, что способствует восстановлению в организме фонда аминокислот. Здесь же, в почках, из аминокислот осуществляется глюконеогенез, который активируется глюкокортикоидами. Например, при голодании в почках за счет глюконеогенеза образуется до 50% глюкозы. В почках синтезируется фосфатилинозит – один из важнейших компонентов плазматических мембран клетки. Осуществляется и липидный обмен – многие свободные жирные кислоты в почках включаются в триглицериды и фосфолипиды и идут на различные нужды организма.



Таким образом, за счет продукции биологически активных веществ и гормонов, почка участвует в регуляции системного артериального давления, эритропоэза, гемокоагуляции.

Основные функции почки: экскреция и ионо-, осмо-, волюмо-, КЩС-регуляция осуществляется за счёт механизмов фильтрации, реабсорбции, секреции.

**2 Структурно-функциональная единица почки – нефрон.** В каждой почке человека содержится до 1,3 млн. нефронов, а по некоторым данным - до 4 млн. Длина каждого нефрона, если его развернуть, составляет 50-75 мм, а общая длина всех нефронов достигает 120 км.

Нефрон начинается с почечного тельца (мальпигиева тельца), которое содержит клубочек кровеносных капилляров, окруженный двустенной капсулой Шумлянского-Боумана. Затем идет проксимальный извитой канал, петля Генле и дистальный извитой канал, впадающий в собирательную трубочку.

Почечный клубочек представляет собой скопление капилляров, в которое кровь поступает по приносящей артериоле и оттекает по выносящей. Каждый капилляр покрыт эпителием, который получил название висцерального листка боуменовой капсулы, или гломерулярного эпителия. Наружная стенка почечного тельца образована париетальным листком боуменовой капсулы (капсулярным эпителием). Диаметр почечного тельца варьирует от 150 до 250 мкм.

Диаметр приносящей артериолы значительно больше, чем выносящей. Мышечная стенка у приносящей артериолы выражена лучше, чем у выносящей. Это указывает на возможность регуляции просвета приносящей артериолы.

Вблизи от приносящей и выносящей артериол располагается дистальный извитой канал. Эта часть нефрона очень плотно прилегает к корню клубочка и имеет ряд особенностей морфологического характера - особое строение эпителиальных клеток нефрона. Этот участок играет важную роль в процессах регуляции функции почки и получил название плотного пятна. Он очень тесно контактирует с приносящей артериолой. В стенке приносящей артериолы располагаются особые гладкомышечные клетки, которые получили название юкстагломерулярных клеток. Они содержат гранулы ренина. Оказалось, что сами эти клетки способны реагировать на изменение кровяного давления в приносящей артериоле (являются своеобразными барорецепторами).

**3 Почечный кровоток и механизмы его регуляции.** За минуту через почки проходит около 1200 мл крови, или, в расчете на 100 г массы почки, 400 мл крови в минуту. Это самый большой удельный кровоток в организме, превышающий, например, кровоток в печени в 4 раза. Естественно, такая интенсивность кровотока обусловлена не только высокой потребностью почки в кислороде, но и функцией почки: для образования мочи необходимо провести фильтрацию, объем которой достигает 150–180 л/сутки. Это может быть обеспечено лишь в том случае, если за сутки через почки будет проходить примерно  $1,2 \text{ л} \times 1440 \text{ минут} = 1728 \text{ литров}$  крови за сутки.

Почечный кровоток принято делить на два типа: корковый кровоток - примерно 80–90% всего почечного кровотока и мозговой кровоток (10–20% всего кровотока). Корковый кровоток обеспечивает фильтрацию в почечных клубочках, а мозговой кровоток способствует процессу реабсорбции и регуляции осмотически активной среды в интерстиции, что важно для процесса концентрации мочи в собирательных трубочках.

**4 Клубочковая фильтрация.** Гломерулярная фильтрация или просто фильтрация, - начальный и основной этап образования мочи. Скорость фильтрации зависит от эффективного фильтрационного давления, которое определяется согласно известной модели Старлинга, объясняющей процесс фильтрации в капиллярах.

Фильтрация определяется, с одной стороны, величиной гидростатического давления, способствующего выходу жидкости из капилляра, а с другой стороны, величиной онкотического давления, давления, которое создается растворенными в плазме крупномолекулярными белками, которые препятствуют выходу жидкости из капилляров. Противодействует процессу фильтрации гидростатическое давление, которое может иметь место за пределами капилляра. В почечных капиллярах клубочка величина гидростатического

(капиллярного) давления вследствие близкого расположения почки от брюшной аорты достигает 70 мм рт. ст., величина онкотического давления - в среднем 30 мм рт. ст., а величина гидростатического давления ультрафильтрата плазмы составляет 20 мм рт. ст. Таким образом, эффективное фильтрационное давление составляет  $70-30-20=20$  мм рт. ст. Этого давления достаточно, чтобы за 1 минуту образовалось 120 мл ультрафильтрата или первичной мочи у мужчин и около 110 мл/мин - у женщин.

При изменении величины гидростатического давления внутри капилляра, онкотического давления, или давления ультра-фильтрата, неизбежно меняется и объем фильтрата. Падение артериального давления приводит к его уменьшению, а повышение артериального давления сопровождается его ростом.

Фильтрация осуществляется через фильтрационную поверхность, которая представлена тремя структурами: 1) эндотелием капилляров, 2) базальной мембраной, 3) эпителиальными клетками висцерального листка капсулы Боумена-Шумлянского (подоцитами).

**5 Реабсорбция в почечных канальцах.** Все ценные, необходимые вещества реабсорбируются в почечных канальцах. Так, натрий реабсорбируется на 99%, калий - на 90%, кальций - на 99%, магний - на 94%, хлор - на 99%, бикарбонаты - на 99%, фосфаты - на 90%, сульфаты - на 69%, глюкоза (если ее содержание не превышает норму) - на 100%, аминокислоты - 90%, вода - на 99% , мочевины - на 53% . В итоге объем конечной мочи достигает 1,0-1,5 л в сутки. Основная масса молекул реабсорбируется в проксимальном извитом канальце, и меньше - в петле Генле, в дистальном извитом канальце и собирательных трубочках. Реабсорбция веществ осуществляется с участием различных механизмов, главным из которых является активный транспорт (первично-активный, вторично-активный, эндоцитоз). Поэтому при нарушении энергообразования реабсорбция многих веществ снижается, что приводит к увеличению диуреза. Если мощность системы реабсорбции недостаточна для полного реабсорбирования вещества, то тогда это вещество появляется в конечной моче, а вместе с ним - дополнительная порция воды, и таким образом возникает полиурия, или повышение диуреза. В частности, это наблюдается при повышении уровня глюкозы в крови, в результате чего возникает сахарный диабет, или сахарное мочеизнурение.

## **1.7 Лекция № 7 (2 часа)**

**Тема: «Гуморальная регуляция функций организма».**

### **1.7.1 Вопросы лекции:**

- 1 Типы гуморальных влияний.
- 2 Функции гормонов.
- 3 Химическая природа гормонов и других БАВ
- 4 Синтез и транспорт гормонов.
- 5 Рецепторы гормонов.
- 6 Механизм действия гормонов.
- 7 Система гипоталамус-гипофиз-надпочечники.

### **1.7.2 Краткое содержание вопросов**

**1 Типы гуморальных влияний.** Эндокринология - наука, изучающая развитие, строение и функции желез внутренней секреции и клеток - продуцентов гормонов, биосинтез, механизм действия и особенности гормонов, их секрецию в норме и при патологии, а также болезни, возникающие в результате нарушения продукции гормонов.

Различают следующие варианты гормонов (по классификации Балаболкина М. М., 1989).

1) Гормональное - или собственно эндокринное: гормон выделяется из клетки-продуцента, попадает в кровь и с током крови подходит к органу-мишени, действуя на расстоянии от места продукции гормона.

2) Паракринное действие - из места синтеза гормон попадает во внеклеточное

пространство, а из него - воздействует на клетки-мишени, расположенные в округе.

3) Изокринное действие - аналогично 2), но в данном случае контакт клетки-продуцента гормона и клетки-мишени очень тесный.

4) Нейрокринное действие - это действие гормона, подобное действию медиатора.

5) Аутокринное действие - клетка продуцирует гормон, который сам и воздействует на эту же клетку-продуцент -клетка-мишень = клетка-продуцент.

Главное, следует четко различать эндокринный и паракринный эффекты.

**2 Функции гормонов.** Их много. Но главные из них - это обеспечение роста, физического, полового и интеллектуального развития (1) , обеспечение адаптации организма в различных условиях (2), поддержание гомеостаза (3). Гормоны оказывают метаболический эффект и тем самым реализуют указанные функции. Более детально функции гормонов рассматриваются при изложении частных вопросов эндокринологии.

**3 Химическая природа гормонов и других БАВ.** Все гормоны с точки зрения их химической структуры делятся на 3 класса - белковые, стероидные (липидные) и производные аминокислоты.

Группа белковых гормонов представлена: 1) гормонами-протеидами (сложными белками). Это глюкопротеиды. Сюда относятся - тиреотропный гормон (ТТГ), фолликулостимулирующий гормон (ФСГ), лютеинизирующий гормон (ЛГ). Вторая группа - это пептидные гормоны, состоящие из 30-90 аминокислотных остатков. К этой группе относятся адренокортикотропный гормон (АКТГ), соматотропный гормон (СТГ), меланоцитстимулирующий гормон (МСГ), пролактин, паратгормон, инсулин, глюкагон. Например, АКТГ содержит 39 аминокислотных остатков, СТГ - 191, пролактин - 198. Третья группа белковых гормонов - это группа олигопептидов (малых пептидов), она представлена гормонами, состоящими из небольшого числа аминокислотных остатков: это либерины, статины, гормоны желудочно-кишечного тракта. Например, соматостатин содержит 14 аминокислот, гонадолиберин -10 аминокислот, окситоцин содержит 9 аминокислотных остатков.

Стероидные, или липидные, гормоны представляют собой производные холестерина (холестерин переходит в прегненолон, из которого происходят все основные стероидные гормоны) - кортикостерон, кортизол, альдостерон, эстрадиол, прогестины, эстриол, эстрон, тестостерон, стеролы витамина Д. Кроме того, к этой группе гормонов относятся арахидоновая кислота и ее производные - простагландины, простаглицлины, тромбоксаны, лейкотриены. Для всех этих гормонов характерна гидрофобность. Поэтому они хорошо проходят из мест своего синтеза через клеточную мембрану и попадают беспрепятственно в другие среды (кровь, межклеточное пространство). В крови они требуют специальных носителей, так как гидрофобны.

**4 Синтез и транспорт гормонов.**1. Белковые гормоны (белково-пептидные гормоны) образуются путем процессинга белковых предшественников (прогормонов) или даже препрогормонов. Как правило, синтез осуществляется в рибосомах шероховатого ретикулюма эндокринной клетки. Принцип синтеза таков - во внутреннем пространстве ретикулюма на рибосомах синтезируется препрогормон. Затем от него отщепляется 20-25 аминокислотных остатков и в таком виде образовавшийся прогормон отшнуровывается от ретикулюма в виде везикул или гранул и попадает в аппарат Гольджи. В этом аппарате содержимое гранул (везикул) высвобождается, происходит отщепление от прогормона лишних аминокислотных фрагментов и таким образом образуется гормон. Этот синтезированный гормон окружается мембранами и выносится в виде везикулы к плазматической мембране. По мере транспорта везикулы в ней происходит созревание гормона, например, ацетилирование его конца. После слияния везикулы с плазматической мембраной происходит разрыв везикулы и излитие гормона в окружающую среду - происходит явление экзоцитоза.

Белковые гормоны в силу их гидрофильности хорошо растворимы в крови и поэтому не требуют специальных переносчиков. Их разрушение в крови и тканях осуществляется с

участием специфических протеиназ, содержащихся в клетках-мишенях, а также протеиназ крови, печени, почек. Например, окситоцин разрушается окситоциназой. Полупериод жизни их в крови составляет 10-20 минут и меньше.

**5 Рецепторы гормонов.** Гормональные рецепторы - а число идентифицированных рецепторов в настоящее время достигло 60, в 50% случаев локализуются на мембранах клетки-мишени, а в остальных случаях - внутри клетки. Гормоны, которые не способны проникать через плазматическую мембрану, должны иметь рецепторы на поверхности клетки. Плазматические рецепторы имеют белковые гормоны - ТТГ, ФСГ, ЛГ, хорионический гормон, СТГ, пролактин, хорионический соматотропин (плацентарный лактоген), инсулин, инсулиноподобный фактор роста I и II, соматомедин, релаксин, гастрин, холецистокинин, глюкагон, ВИП, АКТГ, альфа-МСТ, энкефалины, эндорфины, бета-липотропин, окситоцин, вазопрессин (АДГ), эпидермальный фактор роста, паратирин (паратгормон), кальцитонин, тиролиберин, гонадолиберин, соматостатин, соматолиберин. На поверхности клетки имеются рецепторы для восприятия катехоламинов (альфа- и бета-адренорецепторы), простагландинов (пока идентифицировано лишь 6 видов рецепторов), серотонина, нейротензина, вещества Р, гистамина.

Внутриклеточные рецепторы служат для восприятия стероидных гормонов - глюкокортикоидов, минералокортикоидов, эстрогенов, андрогенов, прогестинов, а также тиреоидных гормонов - тироксина и трийодтиронина.

Ко многим гормонам рецепторы еще не выявлены.

Все гормональные рецепторы представляют собой специфические структуры клетки, связывание с которыми - обязательное условие для проявления эффектов гормонов. Рецепторы обладают высоким сродством и избирательностью к гормонам, но в то же время они могут связывать структурные аналоги гормонов.

В одной и той же клетке и даже на одной и той же мембране клетки могут располагаться десятки разных типов рецепторов. Рецепторы представляют собой белковые структуры. Их синтез происходит в эндоплазматическом ретикулуме в рибосомах. После образования они проходят "дозревание" в аппарате Гольджи, откуда они транслоцируются в плазматические мембраны или в цитозоль. Количество рецепторов одного и того же типа, например, адренорецепторов, на поверхности клетки варьирует. Существуют несколько видов регуляции концентрации рецепторов. Один из них - это регуляция за счет изменения синтеза рецепторов. Например, при беременности у женщин в миометрии существенно меняется концентрация окситоциновых, серотониновых рецепторов, холино- и адренорецепторов.

**6 Механизм действия гормонов.** Взаимодействие гормона с рецептором - это обязательный начальный этап, запускающий целый каскад реакций, в результате которого гормон оказывает свой физиологический эффект, например, повышение синтеза специфических белков-рецепторов, повышение синтеза гормона, сокращение гладкомышечных клеток и т. п. Рассмотрим более конкретно эти каскады.

**7 Система гипоталамус-гипофиз-надпочечники.** Физиология гипоталамуса. Гипоталамус входит в систему *гипоталамус – гипофиз – надпочечники*, где он выполняет роль высшего подкоркового эндокринного регулятора. Посредником в выполнении этой функции является нейро-секреция – выделение факторов стимуляции функции гипофиза. Эти вещества были открыты Р. Гиллеминым и Э. Шелли и первоначально были названы *рилизинг-факторами*, т. е. освобождающими, растормаживающими гормональную функцию гипофиза. Теперь известно, что гипоталамус вырабатывает как усиливающие, так и угнетающие функцию гипофиза *нейропептиды* (либерины и статины). В частности, соматостатин тормозит выработку соматотропного гормона, а соматолиберин стимулирует его образование гипофизом. Происходит это вследствие усиления или угнетения образования циклического АМФ в клетках гипофиза. Статины тормозят образование ц-АМФ и снижают содержание свободных катионов  $\text{Ca}^{2+}$  в клетках гипофиза. В результате этого снижается биосинтез гормона роста и его выход из клеток гипофиза.

В гипоталамусе вырабатываются факторы, стимулирующие образование тропных гормонов гипофиза.

Физиология гипофиза. Гипофиз связан с серым бугром и передними ядрами гипоталамуса (супраоптическое и паравентрикулярное) через воронку и ножку, что обуславливает его тесную морфофункциональную связь с высшим подкорковым регулятором эндокринной функции.

*Гипофиз* состоит из железистой и нервной ткани. В эмбриогенезе из складки на стенке ротовой полости развиваются железистые ткани – передняя и промежуточная доли (аденогипофиз). Вторая часть гипофиза – *нейрогипофиз* состоит из нервной ткани. Передняя доля гипофиза связана с гипоталамусом сетью кровеносных сосудов, по которым поступают освобождающие (растормаживающие функцию передней доли) или тормозящие факторы гипоталамуса. В задней доле гипофиза оканчиваются аксоны нервных клеток гипоталамуса, продуцирующих гормоны.

*В передней доле гипофиза* вырабатывается гормон роста – соматотропин и группа тропных гормонов, обеспечивающих пусковое влияние на надпочечник, половые железы, щитовидную железу. Соматотропин стимулирует биосинтез белков в клетках и тканях растущего организма (повышает синтез РНК, усиливает транспорт аминокислот из крови к клеткам и тканям организма).

## **1.8 Лекция № 8 (2 часа)**

**Тема: «Нервная регуляция функций организма».**

### **1.8.1 Вопросы лекции:**

- 1 Физиология нейрона.
- 2 Синаптическая передача нервного импульса.
- 3 Свойства нервных центров.
- 4 Торможение в нервных центрах.
- 5 Парабиоз Введенского.

### **1.8.2 Краткое содержание вопросов**

**1 Физиология нейрона.** Элементарной структурной единицей нервной ткани является *нейрон*. Основные функциональные свойства нейрона определяются его способностью к возбуждению и самовозбуждению. Передача возбуждения осуществляется по отросткам нейрона. Длинные отростки -аксоны обладают рядом специфических свойств (двусторонняя проводимость, изолированное проведение возбуждения). Свойство непрерывности проведения возбуждения по нервному проводнику меняется при альтерации (повреждении). Последовательность этих изменений прослежена Н. Е. Введенским и получила теоретическое обоснование в учении о *парабиозе*.

Передача возбуждения с одной нервной структуры на другую или с нерва на любой другой орган человеческого тела осуществляется через *синапсы*. Это особые структурные образования, в которых осуществляется медиаторная (химическая) или прямая (электрическая) передача нервного импульса. Совокупность нейронов, выполняющих или регулирующих определенную физиологическую функцию, образует *нервный центр*. В нервных центрах происходит трансформация залпов нервных импульсов, облегчение проведения, окклюзия (закупорка) нервных импульсов.

Важным свойством нервных центров является их способность к сохранению следов возбуждения и формированию доминанты. Свойства доминантного очага возбуждения были всесторонне изучены А. А. Ухтомским. Возбуждению в нервных центрах противопоставлено торможение – активный процесс, вызывающий понижение или полное выключение деятельности иннервируемого органа. Нервная клетка не только воспринимает или генерирует возбуждение, но и перерабатывает его в соответствии с исходным функциональным

состоянием. Особенностью функционирования нейрона является *способность к самовозбуждению*, т. е. к спонтанной, не вызванной дополнительным раздражением активности. В ответ на раздражение нейрон отвечает импульсом активности – потенциалом действия. Частота генерации потенциалов действия (пиков) колеблется от 50–60 имп/с (мотонейроны) до 600–800 имп/с (вставочные нейроны спинного мозга). Передача возбуждения осуществляется по длинным отросткам нервных клеток – нервным волокнам. Короткие отростки нейронов – *дендриты* воспринимают возбуждение от соседних нейронов и проводят его к телу клетки.

Различают мягкотные и безмякотные нервные волокна. Мякотные волокна входят в состав чувствительных и двигательных нервов скелетной мускулатуры и органов чувств. Безмякотные волокна составляют основную массу симпатических нервов. Они не имеют миелиновой оболочки и отделены друг от друга шванновскими клетками.

Проведение импульсов по миелинизированному нерву происходит скальторно, т. е. скачкообразно. Потенциал действия перескакивает через участок нерва, покрытый миелином, и в месте перехвата Ранвье (оголенный участок нерва) переходит на оболочку осевого цилиндра нервного волокна.

Скальторная передача осуществляется с большими скоростями, чем непрерывная, характерная для безмякотных волокон. В мягкотных волокнах диаметром 1,0–3,5 мк возбуждение распространяется со скоростью 3–18 м/с. В безмякотных волокнах такого диаметра скорость распространения возбуждения не превышает 1–3 м/с.

Проведение возбуждения по нервному проводнику подчиняется определенным закономерностям. Главные из них – *непрерывность* (физиологическая целостность) нерва, *двусторонняя проводимость*, *изоляция проведения* возбуждения. Перерезка нерва нарушает проводимость. Нанесение раздражения на участке нервного проводника вызывает распространение возбуждения в обе стороны от места раздражения.

Мякотная миелиновая оболочка является хорошим изолирующим материалом, благодаря которому исключается передача возбуждения на соседние, параллельно идущие нервные волокна. В безмякотных волокнах роль изоляторов выполняют клетки нейроглии (опорной нервной ткани). Шванновские клетки, покрывающие безмякотные волокна, – одна из разновидностей глиальных клеток.

**2 Синаптическая передача нервного импульса.** Передача возбуждения с аксонных терминалей на иннервируемый орган или на другую нервную клетку происходит через особые структурные образования – *синапсы* (от греч. *synap-sis* – соединение, связь). В состав синапса входят *пресинаптическая* и *постсинаптическая мембраны* и *синаптическая щель*. Через синаптические контакты возбуждение может передаваться не только на другие нервные клетки, но и на нервные волокна.

Передача возбуждения с двигательного нерва на мышцу осуществляется через нервно-мышечные синапсы. Двигательный нерв заканчивается на мышце несколькими десятками и сотнями синапсов. Группа мышечных волокон, иннервируемых мотонейронами, образует двигательную единицу (ДЕ). Число мышечных волокон, иннервируемых одним мотонейроном, колеблется от 15 – 25 до 2000 и более. Заметим, что синапс должен быть на каждом волокне, иначе оно не будет вовлечено в сократительный акт. Наряду с синапсами, в которых передача возбуждения осуществляется при помощи медиатора, имеются и безмедиаторные, *электрические синапсы*. Чрезвычайно узкая (2 – 4 нм) синаптическая щель не оказывает значительного сопротивления переходу пресинаптического потенциала на постсинаптическую мембрану. В электрических синапсах возбуждение может передаваться и в обратном направлении – от постсинаптической к пресинаптической мембране.

Импульс возбуждения вызывает нейросекрецию химического медиатора (посредника) в синаптическую щель. Такими медиаторами являются ацетилхолин, адреналин, норадреналин, реже – другие вещества, например  $\gamma$ -аминомасляная кислота, серотонин, нейропептиды. Под влиянием медиатора постсинаптическая мембрана деполяризуется, передавая возбуждение, или гиперполяризуется, формируя тормозной процесс.

Ацетилхолин увеличивает проницаемость постсинаптической мембраны для ионов Na. Генерируется *возбуждающий постсинаптический потенциал – ВПСП*.

В перерывах между отдельными импульсами возбуждения ацетилхолин разрушается ферментом холинэстеразой. Медиаторы тормозных синапсов, выделяясь в синаптическую щель, взаимодействуют с постсинаптической мембраной, вызывая инактивацию натриевого потока и стимулируя диффузию Ca – внутрь клетки, а K<sup>+</sup> – наружу. Генерируется тормозной постсинаптический потенциал (ТПСП). Примерами тормозных медиаторов могут служить γ-амино-масляная кислота, глицин и др.

**3 Свойства нервных центров.** *Нервным центром* называется совокупность (функциональный ансамбль) нейронов, регулирующих определенную физиологическую функцию, рефлекторный акт. Нервный центр является функциональным, физиологическим, а не морфологическим понятием. Например, дыхательный центр — это широко представленные на разных уровнях спинного и продолговатого мозга скопления нервных клеток. Если учесть при этом, что дыхание регулируется на разных уровнях подкорковых и корковых центров, то морфологическое понятие нервного центра становится весьма условным.

Регуляторная функция нервных центров обусловлена их физиологическими свойствами. Среди этих свойств следует выделить односторонность проведения возбуждения, способность нервных центров к задержке и суммации возбуждения, а также свойства облегчения генерации возбуждения и проведения нервного импульса, трансформация ритма и последствие.

*Задержка проведения возбуждения* возникает при многосинаптической передаче возбуждения. Стремительная передача нервного импульса по нервному проводнику задерживается в десятки раз в месте передачи возбуждения с центростремительных на центробежные пути. В синапсах соматических нервных путей задержка составляет около 0,3 мс. В вегетативных нервных центрах задержка достигает 10 мс и более. Эта задержка складывается из времени освобождения медиатора в пресинаптической мембране, времени деполяризации и формирования возбуждения в постсинаптической мембране.

*Суммация возбуждения* является результатом поступления к одному и тому же нервному центру импульсов от различных рецепторных зон (пространственная суммация) или следствием увеличения частоты раздражений. Генерация нервного волнового импульса в нервном центре при пространственной и временной суммации является результатом складывающихся постсинаптических возбуждающих потенциалов.

Свойство *облегчения проведения* нервного импульса – результат конвергенции (схождения) нервных импульсов от разных аксонов к одной нервной клетке. Для генерации нервного импульса может быть недостаточно возбуждения, поступающего к нервной клетке по отростку одного аксона. В этом случае возбуждение от другого аксона, поступающее к той же нервной клетке, облегчает генерацию нервного импульса.

К нервной клетке могут подходить несколько аксонов, и каждый из них в отдельности может вызвать возбуждение. При одновременном их возбуждении некоторые сигналы, направляющиеся к нервной клетке, оказываются заторможенными, не находящими выхода на эффекторный аппарат. Разумеется, это лишь общая схема возможного взаимодействия возбуждений, поступающих от разных нервных проводников к одной нервной клетке. В действительности же, когда к одной клетке сходятся возбуждающие или тормозные влияния сотен и тысяч нервных отростков, суммация и окклюзия становятся чисто статистическими явлениями.

*Трансформация ритма* – это способность нейронов изменять частоту афферентных сигналов. Наиболее демонстративно это свойство проявляется при раздражении афферентных волокон одиночными импульсами. В ответ на одиночный раздражитель нервная клетка отвечает залпом (пачкой) нервных импульсов.

*Последствие* – длительное возбуждение, результат циркуляции нервного импульса по замкнутым нейронным цепям. Условия для подобной циркуляции особенно благоприятны в некоторых отделах нервной системы, например в лимбическом отделе головного мозга.

Одним из важных свойств нервных центров является их способность к формированию доминанты. Доминанта – это временно господствующая рефлекторная система, определяющая характер функционирования нервных центров, обеспечивающая усиление текущей или повышенную готовность к предстоящей физиологической функции. Основные свойства доминанты описаны А. А. Ухтомским.

Учение Ухтомского о доминанте существенно дополняет представления и о механизмах адаптации к мышечной нагрузке. Двигательная доминанта усиливается за счет конвергенции нервных импульсов из других физиологических систем, в частности из периферических отделов анализаторов звука, света и цвета, кожной и проприоцептивной чувствительности.

Усиление двигательной доминанты позволяет с большой эффективностью адаптироваться к специфической физической нагрузке. Так, доминантная установка на достижение высокого результата не только подчиняет себе все текущие виды физиологической активности, но и облегчает адаптацию к физическим нагрузкам, лежащим на пределе физиологических возможностей человека.

**4 Торможение в нервных центрах.** Современные представления о природе торможения в нервных центрах сводятся преимущественно к признанию его как специфической формы нервной активности. Это означает, что торможение является не результатом конфликта возбуждений (перевозбуждения), а нервным процессом, который подавляет возбуждение клетки. В отличие от возбуждения, торможение не может распространяться, т. е. является строго локализованным процессом. Различают пресинаптическое и постсинаптическое торможение.

*Пресинаптическое торможение* осуществляется через тормозные вставочные нейроны, находящиеся на разветвлениях аксонов. Через эти вставочные нейроны поступает медиатор, усиливающий деполяризацию пресинаптических мембран аксонов, передающих возбуждение на другие клетки. В результате этой гипердеполяризации пресинаптических мембран передачи возбуждения на соседние клетки не происходит.

*Постсинаптическое торможение* может быть прямым и возвратным. Прямое торможение осуществляется вставочными нейронами спинного мозга, корзинчатыми нейронами таламуса, тормозными клетками мозжечка (клетки Пуркинье). Оно является результатом гиперполяризации постсинаптической мембраны. Иначе говоря, нервный импульс как бы закупоривается в синапсе: гиперполяризованная постсинаптическая мембрана не передает сигнал возбуждения нервной клетке. Медиатор прямого торможения  $\gamma$ -аминомасляная кислота (ГАМК) увеличивает проницаемость мембраны для  $K^+$ . Вследствие этого растет разность потенциалов между положительно заряженной наружной и отрицательно заряженной внутренней поверхностью. Это и есть тормозной постсинаптический потенциал (ТПСП). Прямое торможение может быть и следствием длительно протекающей деполяризации постсинаптической мембраны.

**5 Парабиоз Введенского.** Н. Е. Введенским было установлено, что увеличение частоты и силы раздражающего агента (до известного предела) сопровождается увеличением ответной реакции живой ткани. При большой частоте раздражений часть сигналов попадает в рефрактерную фазу, конечный эффект при этом не увеличивается.

Способность возбудимых тканей отвечать на действие раздражителя с определенной частотой, обусловленная скоростью процесса возбуждения, характеризует *лабильность*, или *функциональную подвижность*. Мерой функциональной подвижности может служить максимальный ритм возбуждения. Высокая частота раздражений приводит к падению лабильности. Однако можно подобрать некоторые средние, так называемые *оптимальные ритмы* раздражения, которые обеспечивают длительную работу возбудимого субстрата, без снижения его эффективности.

*Максимальные ритмы* активности неодинаковы для разных тканей. Так, если чувствительные волокна слухового нерва воспроизводят до 1000 имп/с, то нервно-мышечный синапс – не более 100 имп/с. Следовательно, если на нервно-мышечный препарат подавать раздражения с частотой выше 100 имп/с, то в синапсе будет происходить



трансформация ритма. Иначе говоря, часть импульсов, возникающих в нерве, не будет проходить к мышце.

*Пессимальные частоты* раздражений приходят к мышечному волокну трансформированными. Поэтому, несмотря на очевидный факт увеличения энергии раздражающего действия, ответная реакция не только не повышается, а даже падает.

Развитие парабактериального процесса проходит три фазы: уравнительную, парадоксальную и тормозящую. Для *уравнительной фазы* характерно, что как частые, так и редкие раздражения вызывают одинаковый ответ мышцы. *Парадоксальная фаза* парабактериоза характеризуется слабым ответом раздражаемого субстрата на действие сильного агента. На слабый раздражитель ответная реакция более выражена, чем на сильный.

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

### 2.1 Лабораторная работа № 1 (2 часа)

Тема: «Клетка как единица физиологических процессов обмена».

**2.1.1 Цель занятия:** закрепить теоретические знания по вопросам строения клетки, особенностям строения и функционирования плазматической мембраны; отметить морфофункциональные особенности мышечных, нервных и эпителиальных клеток

#### 2.1.2 Задачи работы:

1. Изучить особенности строения и функционирования клеточной мембраны.
2. Получить навыки практической работы при изучении готовых гистопрепаратов мышечной, нервной и эпителиальной ткани.
3. Приобрести опыт работы с микроскопом.

#### 2.1.3. Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Готовые гистопрепараты мышечной, нервной и эпителиальной тканей.
2. Микроскопы.
3. Таблицы.
4. Методические разработки.

#### 2.1.4 Ход работы:

1. Ознакомиться с краткой теорией по данному вопросу.
2. Выполнить практические задания согласно рекомендации раздела «Практическая работа».
3. Закрепить материал данного занятия в процессе ответа на контрольные вопросы.

### Краткая теория:

**Плазматическая мембрана.** Животные клетки ограничены плазматической мембраной. Основным матрикс мембраны состоит из липидов, главным образом *фосфолипидов*. Эти липиды состоят из головной *гидрофильной группы*, к которой присоединены длинные *гидрофобные углеводородные цепи*. В воде такие липиды спонтанно формируют двуслойную пленку толщиной 4 – 5 нм, в которой гидрофильные группы обращены к водной среде, а гидрофобные углеводородные цепи располагаются в два ряда, образуя безводную липидную фазу. Клеточные мембраны представляют собой липидные бислои именно такого типа и содержат *гликолипиды*, *холестерол* и фосфолипиды. Гидрофильная часть гликолипидов образована олигосахаридами. Гликолипиды всегда располагаются на наружной поверхности плазматической мембраны, причем *олигосахаридная* часть молекулы ориентирована подобно волоску, погруженному в окружающую среду. Разбросанные среди фосфолипидов почти равном с ними количестве молекулы холестерина стабилизируют мембрану. Главными функциональными элементами,

погруженными в сравнительно инертный липидный матрикс мембраны, являются белки. Белок по массе составляет от 25% – 75% в различных мембранах, но, поскольку белковые молекулы намного крупнее, чем липидные, 50% по массе эквивалентны соотношению: 1 молекула белка на 50 молекул липида. Одни белки пронизывают мембрану от ее наружной до внутренней поверхности (*пронизывающие*), другие же закреплены в каком-то одном слое (*погруженные и поверхностные*). Белковые молекулы обычно ориентированы так, что их гидрофобные группы погружены в липидную мембрану, а полярные гидрофильные группы на поверхности мембраны погружены в водную фазу.

Многие белки наружной поверхности мембраны представляют собой гликопротеиды; их гидрофильные сахаридные группы обращены во внеклеточную среду (рис.1).

Клетку нельзя считать статичным образованием. Структуры клетки находятся в динамическом равновесии, и взаимодействия клеток с внешней средой является необходимым условием для поддержания жизни.

**Диффузия.** Простейшим процессом перемещения вещества является диффузия. *Ненаправленное движение, посредством которого молекула пересекает клеточную мембрану по электрохимическому градиенту, называется диффузией.*

**Коэффициент диффузии** – это мера скорости, с которой растворимое вещество может пересекать мембрану площадью в 1 см и толщиной в 1 см, когда разность концентраций вещества по разные стороны мембраны составляет 1М/л.

Незаряженные липофильные вещества ( $O_2$ ,  $CO_2$ ) и мелкие полярные молекулы ( $H_2O$ ) имеют высокий коэффициент диффузии, поскольку они могут быстро пересекать клеточную мембрану. Многие лекарства липофильны и КД у них очень высок. Крупные полярные вещества (сахара, аминокислоты) и ионы имеют низкие коэффициенты диффузии. Следовательно, этим веществам для прохождения через мембрану требуются транспортные белки.

**I. Простая диффузия** - вещества непосредственно проникают через мембрану по межмолекулярным пространствам.

**Свойства простой диффузии:**

- 1) происходит по электрохимическому градиенту;
- 2) скорость ее линейно зависит от градиента концентраций вещества;
- 3) может увеличиваться неограниченно, т.к. простая диффузия *ненасыщенный процесс*,
- 4) на неё не расходуется энергия.

**II. Облегченная диффузия** - это диффузия вещества с помощью транспортных белков (*белков-переносчиков*). Крупные полярные молекулы транспортируются *белками-переносчиками*, а заряженные ионы - *белками трансмембранных каналов*.

**Свойства облегченной диффузии:**

- 1) происходит по электрохимическому градиенту;
- 2) ограниченные по скорости и насыщаемый процесс, т.к. зависит от количества белков-переносчиков;
- 3) энергия на диффузию **не** расходуется.

**III. Активный транспорт** - это прохождения вещества через мембрану против электрохимического градиента. **Свойства активного транспорта:**

- 1) вещества перемещаются против электрохимического градиента;
- 2) необходимы транспортные белки;
- 3) ограниченный по скорости и насыщаемости процесс;
- 4) идет с затратой энергии (требуется гидролиз АТФ).

Примером может служить Na-K- насос (рис. 2)

**IV. Осмос** - диффузия воды.

**Практическая работа:**

1. При малом и большом увеличении рассмотрите готовые микропрепараты растительной и животной клеток.

2. Схематично изобразите клеточную мембрану (цитолемму). Подпишите все элементы рисунка.
3. Схематично изобразить Na-K- насос.

*Контрольные термины и понятия:* липиды, фосфолипиды, гликопротеиды, гидрофобные, гидрофильные, холестерол, гликолипиды, диффузия, облегченная диффузия, простая диффузия, активный транспорт, осмос, градиент концентрации, белки-переносчики.

*Контрольные вопросы:*

1. Дайте определение диффузии.
2. Определение коэффициента диффузии.
3. Отличие простой диффузии от облегченной.
4. Определение осмоса.
5. Условия, необходимые для активного транспорта веществ через мембрану.

### **Вопросы и тесты для самопроверки:**

1. Непосредственное проникновение веществ через мембрану по межмолекулярным пространствам (по электрохимическому градиенту) называется...
2. Диффузия вещества с помощью транспортных белков по электрохимическому градиенту без затрат энергии называется...
3. Прохождения вещества через мембрану против электрохимического градиента с участием белков-переносчиков и с затратой энергии называется...

## **2.2 Лабораторная работа № 2 (2 часа).**

**Тема: «Цитоморфология крови. Переливание крови».**

**2.2.1 Цель работы:** Изучить особенности строения и функционирования эритроцитов, разных видов лейкоцитов.

### **2.2.2 Задачи работы:**

1. Закрепить знания практикой, изучая готовые гистопрепараты крови человека.
2. Описать особенности эритроцитов человека, исходя из принципа соответствия строения функциям.

### **2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Микроскопы и цветные карандаши.
2. Таблицы.
3. Наборы препаратов крови различных животных и человека.
4. Методические разработки.

### **2.2.4 Ход работы:**

1. Ознакомиться с краткой теорией по данному вопросу.
2. Выполнить практические задания согласно рекомендации раздела «Практическая работа».
3. Закрепить материал данного занятия в процессе ответа на контрольные вопросы.

### **Краткая теория:**

Эритроциты взрослого человека и большинства млекопитающих – это безъядерная клетка, имеющая форму двояковогнутого диска. Диаметр эритроцита человека и высших млекопитающих – 8 – 8,5 мк, толщина 2 – 2,5 мк. Количество эритроцитов в 1 мм<sup>3</sup> крови у

мужчин – 5 – 5,5 млн., у женщин – 4 – 4,5 млн., т.е. примерно в 2 тысячи раз больше поверхности тела.

У рыб, амфибий и рептилий, птиц эритроциты крупной величины (диаметр до 20 мк), овальной формы и содержат ядро (рис. 1). У молодых эритроцитов человека также имеется ядро, однако в процессе их созревания последнее исчезает. Исчезновение ядра в процессе онтогенетического развития и филогенезе позвоночных можно считать эволюционным приобретением, т.к. безъядерные эритроциты имеют большее количество гемоглобина, а поэтому способны к переносу больших объемов кислорода. Уменьшение размеров эритроцитов и приобретение ими дискообразной формы также имеет прогрессивную направленность, т.к. способствует увеличению количества и общей поверхности эритроцитов, а следовательно – увеличению количества связываемого ими кислорода.

Лейкоциты содержатся в крови в значительно меньшем числе, чем эритроциты. При анализе обнаруживается большое разнообразие их форм. *Процентное отношение разных видов лейкоцитов к их общему числу называется лейкоцитарной формулой.* При некоторых физиологических, а особенно при патологических состояниях наблюдаются значительные колебания как в общем числе лейкоцитов, так и в отношении их видовых форм. Определение лейкоцитарной формулы способствует диагностике инфекционных и особенно паразитарных заболеваний. По форме ядра и структуре протоплазмы лейкоциты делятся на две большие группы: 1 – **гранулоциты** (*зернистые*), полиморфноядерные и 2 – **агранулоциты** (*незернистые*), одноядерные. Размеры всех групп лейкоцитов и их процентное соотношение у здоровых людей в покое приведены в таблице (табл. 1). Морфологические различия видовых форм лейкоцитов представлены на рисунке (рис. 1).

Таблица № 1

Различие в форме ядра и структуре протоплазмы	Видовые формы лейкоцитов	Размеры, мкм	Отношение к общему количеству лейкоцитов, %
1. Гранулоциты (полиморфноядерные лейкоциты)	1. Базофильные (Б)	10 – 12	0 – 1
	2. Эозинофильные (Э)	10 – 12	2 – 4
	3. Нейтрофильные:	9 – 11	
	а) миелоциты (М)		0
	б) юные (Ю)		0 – 1
1. Агранулоциты (одноядерные лейкоциты)	в) палочкоядерные (П)		3 – 5
	г) сегментоядерные (С)		51 – 67
	4. Лимфоциты (Л)	5 – 12	21 – 35
	5. Моноциты (М)	24	4 – 8

Подсчет лейкоцитарной формулы имеет большое значение для установления иммунного статуса данного организма. Отклонение процентного содержания тех или иных видов лейкоцитов от нормы указывает на слабость иммунной системы. Например, увеличение лимфоцитов указывает на развивающиеся ОРЗ или ОРВИ, снижение числа лимфоцитов может наблюдаться под влиянием лучевой, химической терапии, либо указывают на *аутоиммунное* заболевание. Повышение содержания *палочкоядерных нейтрофилов* указывает на острые бактерицидные инфекции (например ангину), если *сегментоядерные нейтрофилы* демонстрируют повышение, то это можно трактовать как правильную реакцию на инфекцию, понижение их – *иммунодефицитное* состояние организма. Численность моноцитов увеличивается при хронических заболеваниях, а эозинофилов – при аллергических состояниях или гельминтозах (*гиперэозинофилия*).

**Фагоцитарная активность.** *Фагоцитоз* (гр. *Phagos* - пожирающий) осуществляют главным образом нейтрофилы. Это амебоидные клетки, мигрирующие в места повреждения клеток и тканей. Нейтрофилы обладают способностью распознавать любые бактерии, проникшие в организм. Обнаружив бактерию, нейтрофил захватывает ее путем фагоцитоза, и в нем

формируется фагосома (рис.2). С фагосомой сливаются мелкие лизосомы, образуя фаголизосому. В фаголизосому из лизосом изливаются лизоцим и другие гидролитические ферменты, под действием которых бактерия переваривается. В конце концов растворимые продукты переваривания бактерий поглощаются окружающей цитоплазмой нейтрофила.

Для определения фагоцитарной активности микропрепараты готовят следующим образом: кровь обследуемого смешивают с гепарином, добавляют определенное количество микробной взвеси с определенной концентрацией стафилококков. Пробирки со смесью помещают на 30 минут в термостат с температурой 37°C. Время инкубации достаточно только для того, чтобы начался фагоцитоз, но окончательного переваривания микроорганизмов не происходит. *Фагоцитарная активность определяется отношением активных (фагоцитирующих) нейтрофилов к общему их числу, выражается в процентах. Фагоцитарный индекс – отношение суммарного количества поглощенных микроорганизмов к числу активных нейтрофилов.*

Лейкоцитарная формула, фагоцитарная активность и фагоцитарный индекс – адекватные показатели способности организма отвечать на вторжение чужеродного материала и состояния активности клеток иммунной защиты.

### **Практическая работа**

1. Для работы используется препараты крови человека. Рассмотреть мазки крови под микроскопом при малом увеличении. Затем перейти к большему увеличению. Обратить внимание на размер и форму клеток крови и наличия в них ядра.
2. Зарисовать особенности эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов.

**Контрольные термины и понятия:** двояковогнутый диск, онтогенез, филогенез, гемоглобин, оксигемоглобин, карбоксигемоглобин, функция эритроцитов, устойчивость эритроцитов, гемолиз (лаковая кровь), осмотическая устойчивость эритроцитов, лейкоциты, эритроциты, гранулоциты, агранулоциты, нейтрофилы, базофилы, эозинофилы, моноциты, фагоциты, нейтрофилы палочкоядерные, нейтрофилы сегментоядерные, фагоцитоз, лейкоцитарная формула, фагоцитарная активность, фагоцитарный индекс, иммунитет.

### **Контрольные вопросы:**

1. Исчезновение ядра эритроцитов как эволюционное приобретение.
2. Размеры и форма эритроцитов крови человека.
3. Классификация лейкоцитов по форме ядра и структуре протоплазмы.
4. Функции лейкоцитов, понятие о фагоцитозе.

## **2.3 Лабораторная работа № 3 (2 часа).**

**Тема: «Измерение пульса и кровяного давления в покое и при физической нагрузке».**

**2.3.1 Цель работы:** Закрепить теоретические знания по вопросам кровяное давление, автоматия сердца, сердечный цикл и ознакомиться на практике с методом замера кровяного давления по Короткову и Рива-Роччи

### **2.3.2 Задачи работы:**

1. Приобрести навыки измерения кровяного давления с использованием тонометра.
2. Отметить признаки адаптации здорового человека к физическим нагрузкам.
3. Проверить собственное артериальное давление, пульс, частоту дыхания в покое и при физической нагрузке.

### **2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Тонометры, фонендоскопы.
2. Таблицы.
3. Методические разработки

#### 2.3.4 Ход работы:

1. Ознакомиться с краткой теорией по данному вопросу.
2. Выполнить практические задания согласно рекомендации раздела «Практическая работа».
3. Закрепить материал данного занятия в процессе ответа на контрольные вопросы.

#### Краткая теория

Кровь движется по сосудам под давлением. Величина давления крови на стенки сосудов определяется двумя факторами: 1) величиной напора крови в аорте и 2) сопротивлением, оказываемым эластическими стенками сосудов. Следовательно, кровяное давление – это параметр, который может характеризовать состояние сердечно-сосудистой системы в целом.

Однако сопротивление, оказываемое току крови в разных отделах сосудистой системы, неодинаково. Поэтому и давление крови в разных сосудах, например, в артериях (артериальное), в венах (венозное), в артериолах, в венулах, в капиллярах будет различным. В артериях в течение одного сердечного цикла кровяное давление закономерно изменяется. Различают *систолическое*, или максимальное, давление, возникающее в артериях сразу после начала систолы. У человека оно равно приблизительно 100 – 150 мм рт. ст. *Диастолическое*, или минимальное, давление устанавливается в крупной артерии к самому началу диастолы. У человека оно равно приблизительно 45 – 80 мм рт. ст.

Величина кровяного давления в условиях физиологической нормы колеблется незначительно, но при заболеваниях могут сильно изменяться.

Методы определения величины кровяного давления делятся на прямые и непрямые. Первые связаны с нарушением целостности кровеносного сосуда, который соединяется со специальным прибором – манометром. Для определения кровяного давления у человека пользуются непрямым способом. Наиболее распространенным клиническими методами являются методы Рива-Роччи и Короткова.

Метод Рива-Роччи основан на создании давления достаточного для преодоления внутрисосудистого давления вплоть до полного прекращения кровотока в исследуемой артерии.

Метод Короткова основан на выслушивании шумов («коротковских тонов»), возникающих ниже места сдавления артерии манжеткой.

#### Практическая работа

1. Измерить кровяное давление в состоянии покоя. Показатели давления записать в тетрадь.
2. Зарегистрировать частоту пульса, дыхания в условиях относительного покоя (в положении сидя).
3. Затем предложить испытуемому максимально сжать обе кисти рук в кулаки. Экспериментатор должен сдавить обе руки испытуемого в области запястья, чтобы полностью прекратилась подача крови по артериям.
4. В момент, когда испытуемый разожмет кулаки (кисть выглядит обескровленной), запустить в ход секундомер и разжать запястья. Отметить время начала покраснения ладоней, которое будет характеризовать скорость кровотока.
5. Сосчитать пульс, дыхание, определить кровяное давление.
6. После нормализации указанных параметров предложить испытуемому проделать физическую работу – 20 приседаний в течение одной минуты.
7. Снова определить в положении сидя время кровотока, сердечный ритм, кровяное давление, дыхание.
8. Сравнить полученные данные со стандартными.

В норме в состоянии покоя заполнение обескровленной ладони происходит через одну, две сек., после физической нагрузки оно укорачивается. После физической работы у здоровых людей максимальное кровяное давление повышается на 30 – 80 мм рт. ст., минимальное не меняется или слабо снижается, возврат к норме происходит через две минуты; пульс учащается на 20 –

30 ударов, возвращается к исходному уровню через 1 – 2 минуты; частота дыхания увеличивается на 5 – 6 дыхательных циклов в минуту, возвращается к исходному состоянию через 1 – 2 минуты.

9. Составить таблицу, куда внести стандартные показатели и свои собственные.
10. Сделать вывод из наблюдений.

**Контрольные термины:** пульс, кровяное давление, систолическое и диастолическое давление, метод Рива-Роччи, метод Короткова, «закон сердца» Франка-Старлинга.

**Контрольные вопросы:**

1. Факторы, определяющие кровяное давление.
2. Показатели кровяного давления в норме и при патологии.
3. Методы Рива-Роччи и Короткова и их физиологическое обоснование.
4. Влияние мышечной работы на состояние сердечно-сосудистой системы.
5. Взаимодействие мышечной и сердечно-сосудистой систем.
6. Стандарты функциональных сдвигов в деятельности сердечно-сосудистой системы после мышечной деятельности.

## **2.4 Лабораторная работа № 4 (2 часа).**

**Тема: «Механизм легочного дыхания. Структурно-функциональная единица лёгких».**

**2.4.1 Цель работы:** закрепить знания, полученные на теоретических занятиях; приобрести навыки проведения эксперимента с животным материалом, доказать закон соответствия строения функции.

**2.4.2 Задачи работы:**

1. Выполняя практическую работу, убедиться в соответствии особенностей строения органов дыхания выполняемым функциям.
2. Закрепить теоретический материал.
3. Проверить свои знания с помощью тестов и контрольных вопросов.

**2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Микроскоп, ножницы, 2 пинцета, предметное стекло.
2. Изотонический раствор хлорида натрия, марля, булавки, пробковая пластинка, угольный порошок, миллиметровая бумага,
3. Лягушка
4. Модель Дондерса.

**2.4.4 Ход работы:**

1. Ознакомиться с краткой теорией по данному вопросу.
2. Выполнить практические задания согласно рекомендации раздела «Практическая работа».
3. Закрепить материал данного занятия в процессе ответа на контрольные вопросы.

### **Краткая теория**

Путь воздуха к альвеолам проходит через систему анатомических образований – носовая и ротовая полость, гортань, трахея и бронхи – которая наряду с транспортной ролью выполняют и защитную функцию. Эта функция обеспечивается тем, что в слизистой оболочке дыхательных путей имеются секреторные клетки и мерцательный эпителий. Продукт деятельности серозных железистых клеток служит для увлажнения вдыхаемого воздуха. Слизистые железистые клетки продуцируют слизь, улавливающую взвешенные в воздухе различные мелкие частицы. Движение волосков мерцательного эпителия передвигают слизь вместе с задерживаемыми

частицами к наружным дыхательным отверстиям, откуда они и удаляются соответствующими движениями мышц носоглотки. Наличие в слизистой оболочке густой сети кровеносных капилляров способствует подогреванию поступающего извне воздуха.

### **Практическая работа**

1. У лягушки разрушить головной и спинной мозг, прикрепить ее к пробковой пластинке спиной вниз. Найти пищевод, удалив нижнюю челюсть, и вскрыть его вдоль.
2. Положить на небо лягушки кусочек пробки и наблюдать за его передвижением, которое отчетливо заметно.
3. Слизистую оболочку, вырезанную в месте перехода глотки в пищевод, рассмотреть под микроскопом, поместив на часовое стекло в капле изотонического раствора. Наблюдать за мерцательными движениями эпителия, которые делаются более заметными, если на поверхность слизистой насыпать несколько крупинок угля. Последние будут передвигаться благодаря движению мерцательных волосков.
4. Второй, вырезанный из этого же участка пищевода кусочек слизистой, положить на предметное стекло внутренней поверхностью к стеклу. Под предметное стекло положить миллиметровую бумагу. Отметить наличие и скорость передвижения кусочка слизистой по стеклу.
5. Зарисовать опыт и сделать вывод.
6. С помощью модели Дондерса проиллюстрировать акт вдоха, для чего оттянуть резиновое дно диафрагмы вниз, и выдоха. Для этого нужно вдавить диафрагму внутрь.
7. Объяснить механизм изменения объема шара. Сделать вывод, объясняющий, по каким законам происходит наполнение легких воздухом во время вдоха и изменения объема легких при выдохе.

**Контрольные термины и понятия:** мерцательный эпителий, глотка, пищевод, слизистая, вентиляция легких, акт вдоха и выдоха, процесс дыхания.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Строение слизистой верхних дыхательных путей.
2. Роль мерцательного эпителия.
3. Способы наблюдения за движением мерцательного эпителия.
4. В чем состоит различие между вентиляцией легких и дыханием.
5. Механизм газообмена между воздухом в легких и кровью.

## **2.5 Лабораторная работа № 5 (2 часа).**

**Тема: «Особенности пищеварения в каждом отделе ЖКТ».**

**2.5.1 Цель работы:** закрепить теоретический материал по теме «Физиология пищеварительной системы», приобрести навыки, необходимые при проведении лабораторной работы

#### **2.5.2 Задачи работы:**

1. Изучить готовые гистопрепараты стенки различных отделов пищеварительной системы, отметив взаимосвязь строения и функции.
2. Практическим путём убедиться в том, что слюна участвует в расщеплении углеводов
3. Опытным путём определить функции желчи.

#### **2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Микроскопы, готовые гистопрепараты.



2. штатив с набором пробирок, стеклянная воронка, стеклянная палочка, водяная баня, термометр, чашка с толченым льдом или снегом, спиртовка, 10% раствор уксусной кислоты, 10% раствор едкого натрия, 1% раствор медного купороса, лакмусовая бумага, реактив Люголя, 1% раствор крахмального клейстера, сырой крахмал.
3. штатив с пробирками, фарфоровая тарелка, 2 маленькие воронки, желчь, жидкий растительный жир, 30% раствор сахара, серная кислота (крепкая), смесь азотной и азотистых кислот, фильтровальная бумага.

#### **2.5.4 Ход работы:**

##### **Практическая работа № 1**

**Гистоморфологические особенности желудка, 12-ти перстной кишки, тощей кишки, толстой кишки, поджелудочной железы и печени.**

##### **Практическая часть:**

1. Изучить под микроскопом препараты различных отделов стенки различных отделов пищеварительной системы.
2. Зарисовать основные структурные компоненты.
3. Описать функции каждого отдела пищеварительной системы.

##### **Практическая работа № 2**

##### **Состав и свойства слюны.**

**Материал и оборудование:** штатив с набором пробирок, стеклянная воронка, стеклянная палочка, водяная баня, термометр, чашка с толченым льдом или снегом, спиртовка, 10% раствор уксусной кислоты, 10% раствор едкого натрия, 1% раствор медного купороса, лакмусовая бумага, реактив Люголя, 1% раствор крахмального клейстера, сырой крахмал.

##### **Краткая теория:**

Поступающая в организм пища подвергается перевариванию – химическим изменениям, начиная с полости рта. В ротовую полость открываются протоки трех пар больших слюнных желез – *околоушных, подчелюстных, подъязычных*, выделяющих свой секрет – слюну. Кроме того, слюна выделяется массой мелких железок, рассеянных по слизистой ротовой полости.

Слюна представляет собой прозрачную тянущуюся жидкость, содержащую 98,5% – 99% воды и 1% – 1,5 % плотного остатка. В состав плотного остатка входят органические вещества, представленные главным образом белками (например, муцин), и неорганические (хлориды, сульфаты, карбонаты натрия, калия, кальция, магния, следы аммиака). По характеру выделяемого секрета слюнные железы делятся на *слизистые, серозные и смешанные*. Слизистые железы выделяют вязкую, тягучую, мутную слюну, что обусловлено присутствием в ней муцина. Серозные железы выделяют прозрачную водянистую слюну. Мелкие железки в полости рта являются слизистыми; околоушные железы выделяют *серозный* секрет, подчелюстные и подъязычные железы являются смешанными.

Слюна имеет слабощелочную реакцию, что определяется концентрацией водородных ионов – pH, равной 7,4 – 8,0. В слюне человека содержатся ферменты *птиалин* и *мальтаза*, под влиянием которых происходит гидролиз углеводов. Птиалин способствует превращению полисахаридов в *дисахариды*, которые под действием мальтазы расщепляются до *моносахаридов*. Наиболее сильное превращающее действие ферментов имеет место при определенных оптимальных условиях среды: температуре 37° – 40°С и слабощелочной реакции.

Действие ферментов слюны продолжается и в полости желудка до тех пор, пока желудочный сок, пропитывающий кашицу, не изменит первоначальную щелочную реакцию на кислую.

##### **Практическая часть:**

1. Набрать в пробирку слюну. Для лучшего отделения слюны использовать вату, смоченную уксусной кислотой. Собранную слюну профильтровать через воронку с ватой для очистки от пены.

2. Пронумеровать шесть пробирок. В пробирки 1 и 2 налить по 2 см<sup>3</sup> крахмального клейстера (1% вареный крахмал) и добавить 1 см<sup>3</sup> собранной слюны.
3. В пробирку 3 налить 1 см<sup>3</sup> слюны, тщательно прокипятить ее и затем добавить к ней 2 см<sup>3</sup> крахмального клейстера.
4. В пробирку 4 налить 2 см<sup>3</sup> крахмального клейстера и добавить 1 см<sup>3</sup> дистиллированной воды.
5. в пробирку 5 налить 1 см<sup>3</sup> 1% раствора сырого крахмала 1 см<sup>3</sup> слюны.
6. В пробирку 6 к 2 см<sup>3</sup> крахмального клейстера прибавить 1 см<sup>3</sup>, предварительно подкисленный соляной кислотой, проверив реакцию лакмусовой бумажкой.
7. Пробирки 1, 3 – 6 поставить на 5 – 10 минут в водяную баню с температурой 37° – 38° С, пробирку 2 – в сосуд со льдом или снегом.
8. В пробирке 1 воспроизводится действие птialiна на крахмал при температуре тела, остальные пять пробирок служат контролем.
9. Через 5 – 10 минут вынуть одновременно все пробирку из водяной бани, охладить под краном проточной водой.
10. Для того, чтобы определить, какие изменения произошли в каждой из пробирок, необходимо содержимое всех пробирок последовательно разделить на две части и проделать с одной из них пробу Люголя на крахмал, с другой – пробу Троммера на сахар.
11. Пробу Троммера производят следующим образом. В пробирку с исследуемым раствором наливают 10 капель 10% раствора NaOH и 5 капель 1%-го раствора CuSO<sub>4</sub>, затем пробирку подогревают. Подогреть рекомендуется лишь верхний слой, при этом отчетливее становится контраст между двумя слоями.
12. Результаты опытов внести в таблицу 1

Таблица № 1

№ пробирок	Характер пищевого вещества	Наличие фермента	Температура	рН среды	Реакция на крахмал	Реакция на сахар	Закключение

**Контрольные термины и понятия:** птialiн, мальтаза, подчелюстные, подъязычные, околоушные железы, серозный секрет, муцин, моно-, ди-, полисахариды.

**Контрольные вопросы:**

1. Состав слюны.
2. Ферментативные действия слюны.
3. Оптимальные условия ферментативных реакций.
4. Строение слюнных желез и характеристика секрета.

**Практическая работа № 3:**

**Желчь и ее роль в пищеварении.**

**Приборы и материалы:** штатив с пробирками, фарфоровая тарелка, 2 маленькие воронки, желчь, жидкий растительный жир, 30% раствор сахара, серная кислота (крепкая), смесь азотной и азотистых кислот, фильтровальная бумага.

**Краткая теория**

В двенадцатиперстную кишку, кроме панкреатического сока, для участия в процессе пищеварения поступает также желчь. Желчь вырабатывается клетками печеночной паренхимы постоянно. Желчь является экскретом, в составе которого из организма выводятся продукты распада гемоглобина в виде желчных пигментов и ряд других веществ. Вместе с тем желчь играет роль пищеварительного сока, который наряду с другими пищеварительными соками

поступает в кишечник в период пищеварения. Исходя из этого, следует различать процесс *желчеотделения* и процесс *желчевыделения*. Желчь депонируется в желчном пузыре.

Желчь, полученная из пузыря, и желчь из желчного протока несколько отличаются друг от друга по внешнему виду и по составу: пузырная желчь является более концентрированной (в 4 – 10 раз), более темной, т.к. через стенки пузыря во время пребывания в нем желчи происходит обратное всасывание воды.

В состав желчи входят соли желчных кислот, желчные пигменты, холестерин, лецитин, муцин, неорганические соединения (соли Na, K, Mg, Ca и др.) и некоторые ферменты (амило- и протеолитические), роль которых в процессе пищеварения невелика. Цвет желчи зависит от присутствия в ней пигментов – *билирубина* и *биливердина*, которые являются продуктами распада гемоглобина (билирубин) и его последующего окисления (биливердин).

Участие желчи в процессе пищеварения осуществляется благодаря присутствию в ней желчных кислот, в то время как желчные пигменты являются чисто *экскреторными* продуктами. Желчные кислоты активизируют *панкреатическую липазу* и вместе с тем усиливают действие протеолитического и амилалитического ферментов. Наряду с этим, желчные кислоты, понижая поверхностное натяжение, способствуют образованию стойких жировых эмульсий. *Эмульгированный* под влиянием желчи жир является более доступным для действия липазы благодаря огромному увеличению поверхности.

Большое значение в процессе всасывания жиров играют желчнокислые соли, которые, вступая в соединение с жирными кислотами, образуют растворимый комплекс, подлежащий всасыванию.

Желчь, наряду с другими пищеварительными соками, нейтрализует кислую реакцию поступающей из желудка пищевой массы, тем самым прекращается действие *пепсина* и создаются оптимальные условия для действия *трипсина*.

#### **Качественные реакции на основные составные части желчи.**

##### **1. Реакция Питтенкоффера на желчные кислоты.**

В пробирку налить 3 – 4 мл желчи и равный объем 30% раствора сахара, смешать жидкости и охладить под струей воды или во льду. Затем осторожно по каплям по стенке пробирки прибавлять крепкую серную кислоту и охлаждать пробирку после прибавления во избежание обугливания сахара.

При добавлении серной кислоты первоначально выпадает буро-желтый осадок желчных кислот (вытесненных серной кислотой из их солей), а затем в избытке кислоты осадок растворяется и прозрачная жидкость принимает вишневый, а при взбалтывании – пурпурный цвет.

##### **Действие желчи на жиры.**

1. *Эмульгирование жиров желчью.* Налить в пробирку немного растительного масла, добавить равный объем желчи, закрыть пробирку пальцем и взболтать. В результате взбалтывания образуется белое «молоко» – жировая эмульсия. Поставить пробирку в штатив на 10 – 15 минут и убедиться, что эмульсия является стойкой, т.к. границы между слоями не намечаются. Для контроля то же самое проделать с растительным маслом при добавлении к нему воды.

2. *Влияние желчи на фильтрацию жира.* В небольшие воронки вложить бумажные фильтры. Один фильтр смочить желчью, другой – водой. Поставить воронки в пробирки, находящиеся в штативе, и налить в каждую немного растительного масла. Масло довольно быстро профильтруется через фильтр, смоченный желчью, и почти не пройдет через фильтр, смоченный водой.

3. Записать ход опытов и сделать соответствующие выводы.

**Контрольные термины:** эмульгация, желчные кислоты, билирубин, биливердин, желчные пигменты.

##### **Контрольные вопросы:**

1. Образование желчи и ее выведение.
2. Состав желчи.
3. Роль желчи в процессе пищеварения.

## 2.6 Лабораторная работа № 6 (2 часа).

### Тема: «Выделительная функция почек. Регуляция системы мочеобразования»

**2.6.1 Цель работы:** закрепить теоретический материал по данному вопросу, изучить готовые гистопрепараты «Почка крысы», «Мочеточник крысы», «Стенка мочевого пузыря», отметив взаимосвязь строения и функции.

#### 2.6.2 Задачи работы:

1. Получить навыки исследовательской работы
2. Приобрести навыки работы с микроскопом
3. С помощью тестов и контрольных заданий закрепить теоретический материал и провести самопроверку

#### 2.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Микроскопы
2. Гистопрепараты «Почка крысы», «Мочеточник крысы», «Стенка мочевого пузыря»

#### 2.6.4 Ход работы:

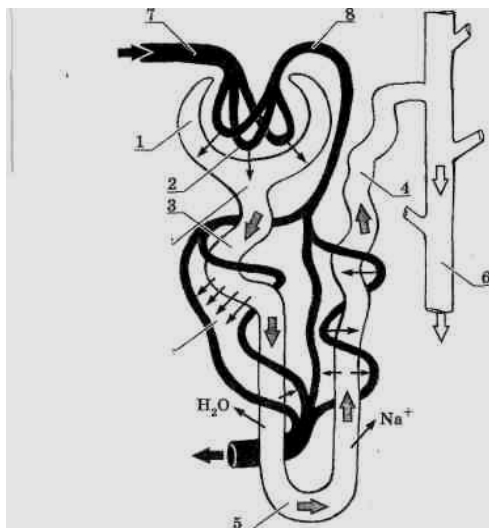
1. Изучить под микроскопом готовые гистопрепараты различных отделов мочевыделительной системы..
2. Зарисовать основные структурные компоненты.
3. Заполнить таблицу 1.

Таблица 1

Функции почек.

Основная функция	Дополнительные функции

4. Подпишите элементы схемы-рисунка: «Строение нефрона».



5. Заполните таблицу № 2

## Регуляция мочеобразования

Гуморальная	Нервная
<b>1. Вазопрессин</b>  <b>2.Альдостерон</b>	<b>1. Симпатическая н. система</b>  <b>2. Парасимпатическая н. система</b>

6. Образование мочи в организме человека происходит в два этапа: 1 – фильтрация и 2 – обратное всасывание. Опишите эти этапы.

7. Укажите признаки соответствия особенностей строения мочевого пузыря выполняемым функциям.

8. Выполните тестовые задания и ответьте на вопросы.

1. Строение и функции «плотного пятна».

2. Назовите механизм, посредством которого в почках из первичной мочи образуется вторичная моча.

3. Основной показатель (фактор), который ограничивает проникновение вещества в первичную мочу...

а) кислотность, б) растворимость в воде, в) размер молекул,

г) полезность (значимость) для организма, д) концентрация.

4. Сколько слоев **клеток** проходит жидкость с растворенными в ней веществами из крови в полость капсулы нефрона?

а) один, б) два, в) три, г) четыре.

5. Как отразится уменьшению просвета приносящей артериолы на количестве образующейся в почках мочи?

а) не измениться, б) уменьшиться, в) увеличиться.

6. К **пороговым** веществам, которые могут реабсорбироваться в почечных канальцах относятся...

а) белки, углеводы, б) глюкоза, аминокислоты, в) мочевины, креатинин,

г) витамины, катионы калия, кальция, д) сульфаты.

7. Что из нижеперечисленного приведет к **уменьшению** количества образующейся в почках мочи?

а) прием небольшого количества соли,

б) понижение температуры окружающей среды,

в) волнение, испуг, стресс,

г) повышение давления крови.

8. Процесс, происходящий в тельце нефрона...

а) реабсорбция, б) фильтрация, в) секреция.

9. Сравните по количеству белков (в 1 см<sup>3</sup>) плазму той крови, которая поступает в Мальпигиев клубочек, с плазмой крови, которая выходит из него.

а) одинаковое, б) больше в приходящей крови, в) меньше в приходящей крови.

10. Вещества, которые переходят из крови в первичную мочу.

а) глюкоза и аминокислоты, б) альбумин и фибриноген, в) антитела и гемоглобин.

11. В каких отделах нефрона идёт процесс реабсорбции, в чём он заключается и к чему приводит?

**Контрольные термины:** нефрон, капсула нефрона (тельце нефрона), мальпигиев клубочек, приносящая, выносящая артериолы, проксимальный извитой каналец, проксимальный прямой каналец, петля Генле, дистальный прямой, дистальный извитой, плотное пятно, ренин, корковые нефроны, юкстамедуллярные нефроны, ангиотензин I и II, первичная моча, вторичная моча.

**Контрольные вопросы:**

1. Строение структурно-функциональной единицы почки.
2. Процесс образования мочи.
3. Функция плотного пятна.
4. Регуляция процесса образования мочи.

## 2.7 Лабораторная работа № 7 (2 часа).

**Тема: «Физиология эндокринных желёз центрального и периферического отдела».**

**2.7.1 Цель работы:** систематизировать теоретические знания, подчеркнув принцип системности, лежащий в основе функционирования живых систем.

**2.7.2 Задачи работы:**

1. Выполнив практическую работу, закрепить и систематизировать знания по теме «Физиология эндокринной системы человека».
2. Приобрести навыки работы с микроскопом
3. С помощью тестов и контрольных заданий закрепить теоретический материал и провести самопроверку

**2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Таблица «Эндокринная система человека»,
2. Готовые гистопрепараты «Поджелудочная железа крысы», «Надпочечники млекопитающего», «Щитовидная железа»
3. Методические разработки, учебный фильм

**2.7.4 Ход работы:**

1. Заполните таблицу № 1

Таблица № 1

**Железы внутренней секреции**

Центральный отдел	Периферический отдел
1.	1.
2.	2.
3.	3.
	4....

2. Заполните таблицу № 2

Таблица № 2

**Гормоны и их функции**

Гормоны ЦО эндокринной системы	Функции гормонов

3. Заполните таблицу № 3.

Таблица № 3

**Железы внутренней секреции.**

Железа	Гормон	Действие	Нарушение функций

4. Используя микроскоп при малом и большом увеличении изучите гистопрепараты, сделайте зарисовки, рисунки подпишите.

5. Выполните тестовые задания:

1. Соответствие особенностей строения и функционирования 1) желёз внутренней секреции, 2) желёз внешней секреции, 3) желёз смешанной секреции:

- 1) секрет попадает в полость органа
- 2) примером является поджелудочная железа
- 3) гормон попадает сразу в кровь

2. Орган, в котором вырабатывается гормон, регулирующий созревание фолликулов в яичнике.

- 1) матка 2) гипофиз 3) маточная труба 4) эпифиз

3. Тип гормонального влияния, при котором гормон попадает во внеклеточное пространство, а из него воздействует на клетки-мишени, расположенные в округе.

- 1) паракринное 2) гормональное 3) изокринное 4) нейрокринное 5) аутокринное

4. Гормоны аденогипофиза:

- 1) тироксин, кальцитонин 2) адреналин, норадреналин, серотонин
- 3) лактотропный гормон, адренокортикотропный гормон
- 4) глюкагон, инсулин 5) трийодтиронин, паратгормон

5. Наиболее важные отличия желез внутренней секреции от желез внешней секреции заключается в...

- 1) синтезе и выделении биологически активных веществ
- 2) богатом кровоснабжении
- 3) отсутствии протоков
- 4) поступлении секрета в полость внутренних органов
- 5) поступлении гормонов сразу в кровь.

6. При гиперфункции гормона роста (соматотропного гормона) у зрелого человека развивается...

- 1) микседема 2) акромегалия 3) шизофрения 4) идиотия

7. Тип гормонального влияния, при котором гормон выделяется из клетки-продуцента, попадает в кровь и с током крови подходит к органу-мишени, действуя на расстоянии от места продукции гормона.

- 1) гормональное 2) паракринное 3) изокринное 4) нейрокринное 5) аутокринное

8. В аденогипофизе вырабатывается гормон...

- 1) вазопрессин 2) эстрог 3) прогестерон 4) соматотропный гормон 5) липокаин

9. Соответствие гормонов 1) щитовидной железы, 2) поджелудочной железы, 3) мозгового слоя надпочечников:

- 1) адреналин, норадреналин

- 2) вырабатывает тиреокальцитонин
  - 3) гамма-клетки синтезируют липокаин
10. Соответствие физиологического состояния в ответ на 1) повышение сахара в крови, 2) понижения сахара в крови, 3) норма сахара в крови:
- 1) синтез инсулина и глюкагона в норме
  - 2) развивается гипергликемическая кома
  - 3) наблюдается гипогликемическая кома
11. Функциональное соответствие 1) паращитовидных желёз, 2) коры надпочечников, 3) поджелудочной железы:
- 1) минералокортикоиды регулируют минеральный обмен
  - 2) глюкагон повышает уровень глюкозы в крови
  - 3) образует паратгормон
12. Соответствие морфофункциональных особенностей 1) гипофиза, 2) гипоталамуса, 3) яичников:
- 1) образуется окситоцин и вазопрессин
  - 2) различают переднюю, среднюю и заднюю части
  - 3) железа смешанной секреции
13. Соответствие морфофункциональных особенностей 1) яичников, 2) семенников, 3) коры надпочечников:
- 1) вырабатывает половые гормоны до периода полового созревания
  - 2) синтезирует гормон тестостерон
  - 3) созревают фолликулы

## 2.8 Лабораторная работа № 8 (2 часа).

**Тема: «Физиология нейрона, спинного и головного мозга».**

**2.8.1 Цель работы:** систематизировать теоретические знания, подчеркнув принцип системности, лежащий в основе функционирования живых систем.

### 2.8.2 Задачи работы:

1. Выполнив практическую работу, закрепить и систематизировать знания по теме «Физиология нервной системы человека».
2. Приобрести навыки работы с микроскопом
3. С помощью тестов и контрольных заданий закрепить теоретический материал и провести самопроверку

### 2.8.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Микроскопы.
2. Готовые гистопрепараты: «Головной мозг собаки», «Мозжечок собаки».
3. Таблицы «Нервная система человека», «Головной мозг человека».
4. Методические разработки, учебный фильм.

### 2.8.4 Ход работы:

1. Заполните таблицу № 1.

Таблица № 1

**Функции нервной системы человека.**

Функции	Примеры



1.Регуляция функций органов 2. Координация работы клеток, тканей, органов и их систем 3. Связь организма с внешней средой. 4. Основа высших психических функций	
--	--

2. Заполните таблицу № 2

Таблица № 2

**Виды нервных клеток и их характеристика.**

<b>Чувствительные (сенсорные)</b>	<b>Вставочные (интернейроны)</b>	<b>Двигательные (эффекторные)</b>
<b>Характеристика:</b>	<b>Характеристика:</b>	<b>Характеристика:</b>

3. Рассмотрите под микроскопом гистопрепараты, зарисуйте схематично нейрон, подпишите части нервной клетки.

4. Выполните тестовые задания.

1. Какая часть нейрона образует спинномозговые узлы, расположенные в задних корешках спинного мозга?

- а) тела сенсорных нейронов, б) многочисленные отростки нервных клеток,  
в) синапсы, г) тела моторных нейронов, д) тела вставочных нейронов.

2. Совокупность нейронов, выполняющих или регулирующих определенную физиологическую функцию, образуют\*\*\*\*\*

- а) нервное волокно, б) синапс, в) активный центр, г) аксон, д) нервный центр.

3. В каком направлении нервный импульс перемещается по афферентным нейронам?

- а) от вставочного нейрона к эфферентному, б) от рецептора в спинной мозг,  
в) от вставочного нейрона в определенные отделы головного мозга,  
г) от спинного мозга к эффектору.

4. Типичная рефлекторная дуга содержит в своем составе три типа нейронов. Какой из них расположен первым по ходу движения возбуждения по рефлекторной дуге?

- а) двигательный, б) чувствительный, в) вставочный.

5. Тела каких нейронов находятся в ганглиях задних корешков спинного мозга?

- а) моторных, б) сенсорных, в) вставочных, г) мякотных, д) безмякотных.

6. В чем принципиальное отличие высшей нервной деятельности человека и животных?

- а) отражение конкретных предметов на основе анализа и синтеза их реальных свойств,  
б) наличие второй сигнальной системы, в) не обязателен социальный опыт,  
г) только адекватное поведение, д) нет правильного ответа

7. Нервные узлы образованы:

- а) аксонами б) телами нейронов в) нервами г) дендритами

8. Элементарной структурной единицей нервной ткани является...

- а) аксон, б) шванновская клетка, в) дендрит, г) нейрон, д) нервный центр.

9. Закончите фразу: «Передача возбуждения с аксонных терминалей на иннервируемый орган или на другую нервную клетку происходит через \_\_\_\_\_».

- а) соединительную клетку, б) синапс, в) шванновскую клетку,  
г) постсинаптическую мембрану, д) пресинаптическую мембрану.

10. Вставьте пропущенное слово: «Короткие отростки нейронов – \_\_\_\_\_ воспринимают возбуждение от соседних нейронов и проводят его к телу клетки».

- а) аксоны, б) дендриты, в) шванновская клетка, г) синапсы, д) нервные волокна.

## 2.9 Лабораторная работа № 9 (2 часа).

**Тема: «Особенности условно-рефлекторная деятельность и высшей нервной деятельности человека».**

**2.9.1 Цель работы:** систематизировать теоретические знания, подчеркнуть принцип системности, лежащий в основе функционирования живых систем.

### 2.9.2 Задачи работы:

1. Выполнив практическую работу, закрепить и систематизировать знания по теме «Физиология нервной системы человека».
2. Приобрести навыки работы с микроскопом.
3. С помощью тестов и контрольных заданий закрепить теоретический материал и провести самопроверку.

### 2.9.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Микроскопы.
2. Готовые гистопрепараты: «Головной мозг собаки», «Мозжечок собаки».
3. Таблицы «Нервная система человека», «Головной мозг человека».
4. Методические разработки, учебный фильм.

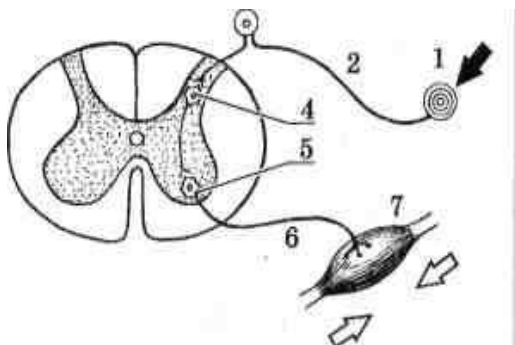
### 2.9.4 Ход работы:

1. Заполните таблицу № 1.

Таблица № 1

<b>Разновидности нервов</b>	
<b>Разновидности нервных окончаний</b>	
<b>Разновидности нервных узлов</b>	

2. Рефлекторный принцип работы нервной системы. Подпишите рисунок.



3. Изобразите нервную дугу моносинаптического безусловного рефлекса.

4. Выполните тестовые задания.

1. Филогенетически *более молодой* частью головного мозга является...

- а) продолговатый мозг, б) мозжечок, в) передний мозг, г) полушария большого мозга, д) задний мозг.

2. Центры регуляции дыхания, деятельности сердечнососудистой системы, пищеварительной функции расположены...

- а) в среднем мозге, б) в мозжечке, в) в продолговатом мозге, г) в больших полушариях головного мозга, д) в гипоталамусе.

3. Условия, необходимые для формирования у человека *единства физиологических и психических* процессов в познавательной функции центральной нервной системы, заключаются ...

- а) в наличии своего внутреннего отношения к окружающему миру, б) в оторванности человека от общества себе подобных в раннем детстве, в) в наличии определенных потребностей, г) в невозможности вне человеческого общества обрести человеческое сознание.

4. К какой группе рефлексов относится рефлекс, возникающий при уколе пальца булавкой?

- а) моносинаптический, б) полисинаптический спинномозговой рефлекс, в) полисинаптический рефлекс с участием спинного и головного мозга, г) условный рефлекс.

5. Нервный импульс перемещается по эфферентным нейронам в следующем направлении...

- а) от вставочного нейрона к эфферентному, б) от рецептора в спинной мозг, в) от вставочного нейрона в определенные отделы головного мозга, г) от спинного мозга к эффектору.

6. Типичная рефлекторная дуга содержит в своем составе три типа нейронов. Какой из них расположен вторым по ходу движения возбуждения по рефлекторной дуге?

- а) двигательный, б) чувствительный, в) вставочный, г) эфферентный, д) афферентный.

7. В каком направлении относительно тела нервной клетки движутся нервные импульсы по ее дендриту?

- а) только с периферии к телу клетки, б) только от тела клетки на периферию, в) в обоих направлениях.

8. Назовите участки нервных клеток, скопления которых являются компонентами так называемого серого вещества спинного мозга.

- а) аксоны, б) тела нервных клеток, в) дендриты и аксон нервных клеток.

9. Какое условие необходимо для формирования *условного* рефлекса?

- а) сила безусловного раздражителя может быть слабой, б) совпадение по времени действия условного и безусловного раздражителя, в) не зависит от уровня возбудимости центральной нервной системы, г) наличие посторонних раздражителей, д) эпизодичность действия раздражителя.

## **ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ НА ТЕМУ: «СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ КРОВИ»**

1. Какова функция эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов?
2. Из каких стадий состоит процесс свертывания крови?
3. Работа антисвертывающей системы (АСС).
4. Основной физиологической функцией эритроцитов является...
  - а) способность захватывать и переваривать чужеродные белки,
  - б) участие в свертывании крови,
  - в) окрашивание крови в красный цвет,
  - г) связывание и перенос кислорода к органам и тканям,
  - д) регенерационная функция.
5. Форменные элементы крови, которые выполняют свои функции не в самой крови, а в других тканях, называются...
  - а) эритроциты, б) лейкоциты, в) тромбоциты,
  - г) кровяные пластинки, д) гепатоциты.
6. Сосуд, приносящий кровь в левое предсердие, называется ...
  - а) аорта, б) легочная артерия, в) легочная вена,
  - г) верхняя полая вена, д) нижняя полая вена.
7. Условие, которое приводит к запуску свертывающей системы крови...
  - а) наличие достаточного количества тромбоцитов в крови,
  - б) контакт тромбоцитов с поврежденной стенкой кровеносного сосуда,
  - в) наличие фибриногена в плазме крови,
  - г) подавление антисвертывающей системы,
  - д) наличие гепарина в крови.
8. По каким венам течет артериальная кровь?
  - а) нижняя полая вена, б) верхняя полая вена,
  - в) легочная вена, г) подключичная вена, д) яремная вена.
9. Назовите кровеносный(е) сосуд(ы), давление крови в котором(ых) наибольшее.
  - а) аорта, б) нижняя полая вена, в) верхняя полая вена, г) капилляры, д) легочный ствол.
10. Назовите кровеносный(е) сосуд(ы), давление крови в котором(ых) наибольшее.
  - а) аорта, б) нижняя полая вена, в) верхняя полая вена, г) капилляры,
  - д) легочный ствол.
11. Какое условие необходимо соблюдать при переливании крови?
  - а) донор и реципиент должны быть одного пола,
  - б) донор и реципиент должны быть одного возраста,
  - в) донор и реципиент должны иметь одинаковую группу крови,
  - г) кровь донора не должна содержать агглютиногены одноименные агглютиниnam реципиента.

## **ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ НА ТЕМУ: «ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЦА»**

1. Химическим соединением, осуществляющим гуморальную регуляцию дыхания, влияя на активность дыхательного центра, является ...
  - а) кислород, б) углекислый газ, в) глюкоза, г) гемоглобин, д) азот.

2. Наибольший объем воздуха, который человек может выдохнуть после самого глубокого вдоха называется ...  
а) максимальная емкость легких, б) общий объем легких, в) дыхательный объем легких, г) жизненная емкость легких, д) максимальная вентиляция легких.
3. Назовите орган, в центрах которого периодически возникает первоначальное *возбуждение*, приводящее в конечном итоге к сокращению соответствующих дыхательных мышц и к вдоху.  
а) легкие, б) плевра, в) спинной мозг, г) продолговатый мозг, д) кора больших полушарий.
4. Назовите фазу дыхательных движений, когда давление в легких больше давления в плевральной полости.  
а) любая фаза, б) только вдох, в) только выдох, г) задержка на вдохе, д) задержка на выдохе.
5. Укажите то химическое вещество (соединение), которое образует с гемоглобином более прочное соединение, чем другие.  
а) кислород ( $O_2$ ), б) углекислый газ ( $CO_2$ ), в) угарный газ (CO), г) оксид азота, д) оксид водорода.
6. При повреждении кровеносных сосудов и при разрушении кровяных пластинок начинается свертывание крови, которое заканчивается образование «красного тромба». Назовите белок плазмы, который в большом количестве входит в состав «красного тромба».  
а) фибрин, б) фибриноген, в) коллаген, г) тромбин, д) протромбин, е) гемоглобин.
7. Какая сила способствует обмену газами между легочными пузырьками и кровью?  
а) разность давления между содержимым легочных пузырьков и содержимом плевральной полости,  
б) разность между давлением каждого газа в легочных пузырьках и его концентрацией в крови,  
в) разность давлений между содержимым легочных пузырьков и концентрацией всех газов в крови,  
г) разность давлений между содержимым легочных пузырьков и концентрацией всех газов в тканевой жидкости,
8. «Систолический объем» крови в среднем равен...  
а) 140-180 мл б) 4,5-5 л в) 60-80 мл г) 100-120 мл
9. Какова роль сурфактанта альвеол лёгких?
10. Какая особенность работы сердечной мышцы позволяет ей восстанавливаться без изменения ритма сердечных сокращений (в норме)?
11. Как вы думаете, почему у тренированных людей (у спортсменов) наблюдается снижение частоты сердечных сокращений в покое?

## **ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ НА ТЕМУ: «ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ И ПИЩЕВАРЕНИЯ»**

1. Каким термином называется процесс, посредством которого осуществляется перемещение кислорода в эритроциты из плазмы крови (этот процесс происходит капиллярах легочных пузырьков)?  
а) диффузия, б) пиноцитоз, в) активный транспорт, г) дыхание, д) вентиляция.
2. Назовите состояние, в котором в крови находится основная часть кислорода, который переносится кровью из легких в ткани.  
а) соединение с гемоглобином, б) растворение в плазме крови, в) в виде неорганических солей.
3. Какую форму имеют хрящи трахеи?

- а) кольцо, б) полукольцо, в) продольные тяжи, г) правильного ответа нет.
4. В определенную фазу дыхательных движений объем грудной клетки увеличивается. Что при этом происходит с давлением в альвеолах легких?
- а) не изменяется, б) уменьшается, в) увеличивается.
5. Внутреннее дыхание обозначает ...
- а) обмен газами между атмосферным воздухом и кровью,  
б) обмен газами между кровью капилляров большого круга кровообращения и клетками тканей,  
в) биологическое окисление в митохондриях клетки,  
г) обмен газами между тканевой жидкостью и клетками.
6. Каким термином называется полость между легкими и стенкой грудной клетки, покрытыми особой соединительнотканной оболочкой?
- а) грудная полость, б) плевральная полость, в) полость легких,  
г) мертвое пространство, д) воздухоносные пути.
7. Какой из нижеперечисленных газов в большей степени, чем другие газы, стимулирует дыхательный центр пострадавшего, которому проводят искусственное дыхание?
- а) атмосферный воздух, б) кислород в составе выдыхаемого воздуха,  
в) углекислый газ в составе выдыхаемого воздуха.
8. Сколько слоев клеток образуют стенку легочных пузырьков – альвеол?
- а) один, б) два, в) три, г) четыре, д) пять.
9. Какая сила способствует обмену газами между легочными пузырьками и кровью?
- а) разность давления между содержимым легочных пузырьков и содержимым плевральной полости,  
б) разность между давлением каждого газа в легочных пузырьках и его концентрацией в крови,  
в) разность давлений между содержимым легочных пузырьков и концентрацией всех газов в крови,  
г) разность давлений между содержимым легочных пузырьков и концентрацией всех газов в тканевой жидкости,
10. Акт вдоха обеспечивается...
- а) сокращением внутренних межреберных мышц,  
б) сокращением наружных межреберных мышц,  
в) сокращением диафрагмы,  
г) расслаблением диафрагмы,  
д) расслаблением наружных межреберных мышц.
11. Дайте определение понятию «минутный объем крови», чему он равен у взрослого человека?
12. Резервный объем вдоха – это...
13. Перечислите слои стенки сердца.

## **ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ НА ТЕМУ: «НЕЙРОГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ОРГАНИЗМА»**

3. Элементарной структурной единицей нервной ткани является...
- а) аксон, б) шванновская клетка, в) дендрит, г) нейрон, д) нервный центр.
4. Закончите фразу: «Передача возбуждения с аксонных терминалей на иннервируемый орган или на другую нервную клетку происходит через \_\_\_\_\_».

а) соединительную клетку, б) синапс, в) шванновскую клетку,  
г) постсинаптическую мембрану, д) пресинаптическую мембрану.

5. Филогенетически *более молодой* частью головного мозга является...

а) продолговатый мозг, б) мозжечок, в) передний мозг, г) полушария большого мозга,  
д) задний мозг.

6. Центры регуляции дыхания, деятельности сердечнососудистой системы, пищеварительной функции расположены...

а) в среднем мозге, б) в мозжечке, в) в продолговатом мозге,  
г) в больших полушариях головного мозга, д) в гипоталамусе.

5. Условия, необходимые для формирования у человека *единства физиологических и психических* процессов в познавательной функции центральной нервной системы, заключаются ...

а) в наличии своего внутреннего отношения к окружающему миру,  
б) в оторванности человека от общества себе подобных в раннем детстве,  
в) в наличии определенных потребностей,  
г) в невозможности вне человеческого общества обрести человеческое сознание.

6. К какой группе рефлексов относится рефлекс, возникающий при уколе пальца булавкой?

а) моносинаптический,  
б) полисинаптический спинномозговой рефлекс,  
в) полисинаптический рефлекс с участием спинного и головного мозга,  
г) условный рефлекс.

7. Нервный импульс перемещается по эфферентным нейронам в следующем направлении...

а) от вставочного нейрона к эфферентному,  
б) от рецептора в спинной мозг,  
в) от вставочного нейрона в определенные отделы головного мозга,  
г) от спинного мозга к эффектору.

8. Типичная рефлекторная дуга содержит в своем составе три типа нейронов. Какой из них расположен вторым по ходу движения возбуждения по рефлекторной дуге?

а) двигательный, б) чувствительный, в) вставочный, г) эфферентный, д) афферентный.

9. В каком направлении относительно тела нервной клетки движутся нервные импульсы по ее дендриту?

а) только с периферии к телу клетки,  
б) только от тела клетки на периферию,  
в) в обоих направлениях.