

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

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.06 Физиология человека**

**Направление подготовки: 20.03.01 Техносферная  
безопасность**

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

**Квалификация выпускника: бакалавр**

## **СОДЕРЖАНИЕ:**

|  |    |
|--|----|
| <b>1. Конспекты лекций</b>   |    |
| 1.1 Лекция № 1 «Введение. Организм как сложная живая система».....                         | 3  |
| 1.2 Лекция № 2 «Системные принципы регуляции физиологических функций».....                 | 5  |
| 1.3 Лекция № 3 «Сократительная функция сердца».....  | 6  |
| <b>2. Методические указания по выполнению лабораторных работ<br/>(не предусмотрен РПД)</b> |    |
| <b>3. Методические указания по выполнению практических работ</b>                           |    |
| 3.1 ПР-1 «Клетка как единица физиологических процессов обмена».....                        | 9  |
| 3.2 ПР-2 «Цитоморфология крови. Переливание крови».....                                    | 11 |
| 3.3 ПР-3 «Адаптация системы кровообращения к физическим нагрузкам».....                    | 13 |
| 3.4 ПР-4 «Измерение пульса и кровяного давления в покое и при физической нагрузке».....    | 14 |

# 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

## 1.1 Лекция №1 (2 часа)

Тема: «Введение. Организм как сложная живая система».

### 1.1.1 Вопросы лекции:

1. Целостность как принцип работы организма.
2. Ритмичность физиологических функций.
3. Основные понятия физиологии организма.

### 1.1.2 Краткое содержание вопросов

**1 Целостность как принцип работы организма.** 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. Берталанфи 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 обусловливает 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.

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 немыслим 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.

**2 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 околомесячные. Выделены также сезонные, годичные 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. Тельшер 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 приспособливают 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 годичные 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.

**3.Основные понятия физиологии организма.** Физиологические функции — это проявления жизнедеятельности, имеющие приспособительное значение. Осуществляя различные функции, организм приспособляется к внешней среде или же приспособляет среду к своим потребностям. Всякая физиологическая функция клетки, ткани, органа или организма в целом является результатом всей истории видового и индивидуального развития живых существ – их филогенеза. В процессе этого развития возникают определенные функции живых структур и происходит качественное и количественное их изменение. Поэтому важной задачей физиологии является изучение функциогенеза, т. е. возникновения и развития каждой отдельной функции. Основной функцией живого организма является обмен веществ и энергии. Этот процесс состоит в совокупности химических и физических изменений, в превращениях веществ и энергии, постоянно и непрерывно происходящих в организме и во всех его структурах. Обмен веществ, или метаболизм, является необходимым условием жизни. Он отличает живое от неживого, мир живых существ от неорганического мира. Изменения вещества и превращения энергии происходят и в неорганическом мире; однако имеется принципиальное различие этих процессов в живом организме и в неживой природе. Сущность этого различия прекрасно сформулирована Ф. Энгельсом в «Диалектике природы»: «И у неорганических тел может происходить подобный обмен веществ, который и происходит фактически повсюду, потому что

повсюду происходят, хотя бы и очень медленным образом, химические действия. Но разница заключается в том, что в случае неорганических тел обмен веществ разрушает их, в случае же органических тел он является необходимым условием их существования».

## 1.2 Лекция №2 (2 часа)

Тема: «Системные принципы регуляции физиологических функций».

### 1.2.1 Вопросы лекции:

1. Единство организма и внешней среды. Понятие о гомеостазе.
2. Физиологическая функция. Параметры. Норма функции.
3. Физиологическая адаптивная реакция.
4. Взаимоотношение структуры и функции.

### 1.2.2 Краткое содержание вопросов

**1. 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, информосомы, 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 информосом 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 аккумулированием 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 (1 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.

### **1.3 Лекция №3 (2 часа)**

**Тема: «Физиология системы крови».**

#### **1.3.1 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.

#### **1.3.2 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 кровообразования (красный костный мозг, лимфатические узлы, селезенка), органы кроветворения (селезенка, печень, красный костный мозг) и регулирующий ней-ретикулярный 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 (иородные 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 – гематокrite 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 кровянику 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  $\text{Na}^+$  (350 мг%),  $\text{Cl}^-$  (320–350 мг%),  $\text{Ca}^{2+}$  (10–12 мг%),  $\text{K}^+$  (18–20 мг%),  $\text{HCO}_3^-$  (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 болезнестврное 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  $\text{H}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{OH}^-$ . Избирательная проницаемость мембраны играет важную роль в выполнении дыхательной функции эритроцита.

Гидратация связанным эритроцитом  $\text{CO}_2$  приводит к накоплению избытка ионов  $\text{HCO}_3^-$  и свободному их выходу в плазму. Вследствие этого эритроцит поглощает новые порции  $\text{CO}_2$ , освобождая ткани от его избытка. Высокая проницаемость мембраны эритроцита для анионов  $\text{Cl}^-$  приводит к увеличению в плазме свободных катионов  $\text{Na}^+$ , которые образуют с ионами  $\text{HCO}_3^-$  бикарбонат – важнейший составной элемент буферной системы крови.

Около 90% сухого вещества эритроцитов составляет гемоглобин  $\text{Hb}$ , 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  $\text{мм}^3$  крови от 4,5 до 5 – 6 млн., составляет около 3000  $\text{м}^2$ .

*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  $\text{дм}^3$  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 производят 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), осуществляя 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 Биццоцеро) – мелкие безъядерные клетки, быстро разрушающиеся вне кровяного русла. В 1  $\text{мм}^3$  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.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

Не предусмотрено РПД

## **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

### **3.1 Практическая работа № 1 (2 часа)**

**Тема: «Клетка как единица физиологических процессов обмена».**

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

**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.

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

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

**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. Основной 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 мембранные 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 холестерола 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 поверхностьные*). Белковые молекулы обычно ориентированы так, что их гидрофобные группы погружены в липидную мембрану, а полярные гидрофильные группы на поверхности мембранные погружены в водную фазу.

Многие белки наружной поверхности мембранные 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 разница концентраций вещества по разные стороны мембранные составляет 1М/л.

Незаряженные липофильные вещества ( $O_2$ ,  $C_0_2$ ) 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 затратом энергии (требуется гидролиз АТФ).

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

**IV. Оsmос** - 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, осмоз, 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...

#### **3.2 Практическая работа № 2 (2 часа).**

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

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

**Задачи работы:**

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

**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.

**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 содержаться 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)<br>2. Эозинофильные (Э)<br>3. Нейтрофильные:<br>а) миэлоциты (М)<br>б) юные (Ю)<br>в) палочкоядерные (П)<br>г) сегментоядерные (С)<br>4. Лимфоциты (Л)<br>5. Моноциты (М) | 10 – 12<br>10 – 12<br>9 – 11<br><br>5 – 12<br>24 | 0 – 1<br>2 – 4<br><br>0<br>0 – 1<br>3 – 5<br>51 – 67<br><br>21 – 35<br>4 - 8 |
| 1. Агранулоциты (одноядерные лейкоциты)       |  |  |  |

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 *автоиммунное* 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.

### 3.3 Практическая работа № 3 (2 часа)

**Тема: «Адаптация системы кровообращения к физическим нагрузкам».**

**Тема:**

**Цель занятия:** На практике показать адаптивные реакции организма при физической нагрузке на примере восстановления частоты пульса, сердцебиения и кровяного давления.

*Приборы и материалы:* секундомер, тонометр, фонендоскоп.

### **Краткая теория**

Все системы вегетативных органов тесно связаны в своей деятельности друг с другом и, в особенности, с мышечным аппаратом. Такое взаимодействие устанавливается с помощью висцеро-моторных и моторно-висцеральных рефлексов. Субстратом для замыкания такого рода безусловных рефлексов может являться спинной мозг и низшие уровни головного. Более тонкие условно-рефлекторные взаимовлияния устанавливаются при участии коры головного мозга.

Для демонстрации моторно-висцеральных рефлексов целесообразно изучить влияние мышечной работы на различные параметры деятельности сердечно-сосудистой системы.

### **Практическая работа**

Зарегистрировать у испытуемого частоту пульса, дыхания, величину кровяного давления в условиях относительного покоя (в положении сидя, в течение 10 мин). 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. В момент, когда испытуемый разожмет кулаки (кисть выглядит обескровленной), запустить в ход секундомер и разжать запястья. Отметить время начала покраснения ладони, которое будет характеризовать скорость кровотока. Сосчитать пульс, дыхание, определить кровяное давление.

После нормализации указанных параметров предложить испытуемому проделать физическую работу – 20 приседаний в течение 1 мин. Снова определить в положении сидя время кровотока, сердечный ритм, кровяное давление, дыхание. Сравнить полученные данные со стандартными.

В норме в состоянии покоя заполнение обескровленной ладони происходит через 1–2 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 2 мин; пульс учащается на 20 – 30 ударов, возвращается к исходному уровню через 1 – 2 мин; частота дыхания увеличивается на 5 – 6 дыхательных циклов в минуту, возвращается к исходному состоянию через 1 – 2 мин.

Составить таблицу стандартов по каждому параметру и вписать туда для сравнения данные испытуемого в норме и после физической нагрузки.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Взаимодействие мышечной и сердечно-сосудистой систем.
2. Стандарты функциональных сдвигов в деятельности сердечно-сосудистой системы после мышечной деятельности.

#### **3.4 Практическая работа № 4 (2 часа).**

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

**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

#### **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.

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

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

#### **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 эластичными 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-Рочки и Короткова.

Метод Рива-Рочки 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 нагрузке 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.